

# HIỆU QUẢ TIÊU HAO NĂNG LƯỢNG DỌC ĐƯỜNG CỦA GIẢI PHÁP NHÁM GIA CƯỜNG TRÊN ĐỐC NƯỚC

PGS.TS Lê Văn Nghi, ThS. Đoàn Thị Minh Yên  
Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Quốc Gia về Động lực học sông biển

**Tóm tắt:** Nhám gia cường là một trong những giải pháp thiết kế hiệu quả được ứng dụng nhiều cho công trình có dòng xiết nhằm tăng độ sâu, giảm lưu tốc dòng chảy. Theo truyền thống, nhám thường được bố trí ở các vị trí công trình có vận tốc dòng chảy lớn hơn vận tốc cho phép không xói của vật liệu xây dựng còn trên phương diện bố trí nhám gia cường nhằm tiêu hao và tổn thất năng lượng dòng chảy chưa được chú ý nghiên cứu. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thí nghiệm mô hình thủy lực với giải pháp sử dụng nhám gia cường nhằm tăng cường tiêu hao năng lượng dòng chảy dọc đường trên thân dốc nước, giảm năng lượng dòng chảy tại mặt cắt cuối dốc nhằm giảm tải cho bể tiêu năng.

**Summary:** The high roughness (the friction blocks) was one of effective design solutions that often used on the flowing constructure to increase flow depth, reduce flow velocity. Following traditional, the high roughness often dispose on the construct locations that have high velocity water higher than the limit velocity of construct materials but has not reseach about the consumable and energy dissipation flow. The acticle presents the results of empirical research on physical model with the high roughness solution that increases the energy dissipation flow on the chute, reduces energy flow end of the chute therefore reduces endurence stilling basin.

## I. MỞ ĐẦU

Nhám gia cường trên dốc nước đã được giới thiệu cụ thể với nhiều hình thức khác nhau trong các tài liệu tham khảo [1,2], trong đó việc bố trí nhám gia cường chỉ nhằm giảm vận tốc dòng chảy dưới phạm vi vận tốc cho phép của vật liệu xây dựng, phạm vi bố trí nhám thường là cuối dốc như ở tràn sông Sào tỉnh Nghệ An [3]. Một số công trình cũng tận dụng giải pháp tăng cường nhám để triệt tiêu dòng xiên trên dốc nước (ở đầu dốc) như tràn Đá Hàn, Hà Tĩnh [6], đập Bái Thượng, Thanh Hóa [7]. Vấn đề đặt ra là nếu bố trí nhám trên toàn dốc thì có thể đem lại hiệu quả khác ngoài việc giảm lưu tốc cuối dốc hay không? Nhóm tác giả của Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển đã nghiên cứu giải pháp này cho công trình tràn xả lũ Ngân Trươi, Hà Tĩnh. Kết quả cho thấy việc bố trí nhám trên toàn dốc đã làm tăng khả năng tiêu hao năng lượng dòng chảy nhờ tổn thất dọc đường, giúp hỗ trợ, giảm tải cho công trình tiêu năng ở hạ lưu. Hình thức nhám gia cường trên toàn dốc kiểu dầm bố trí so le làm tăng khả năng tiêu hao phần năng lượng dọc đường tới 8% so với hình thức nhám âm. Kết quả này cũng là cơ sở khoa học cho sự ra đời phương án 6B của tràn xả lũ Ngân Trươi.

Nghiên cứu được tiến hành trên mô hình mặt cắt với các thông số thiết kế của tràn xả lũ Ngân Trươi PA6B: Tràn kiểu thực dựng, cao trình ngưỡng tràn 48,60m,

chiều rộng 1 khoang tràn 12,0m. Nối tiếp sau tràn là dốc nước. Đoạn chuyển tiếp từ dốc nước xuống bể tiêu năng dài 23,0m, mái  $m=3,0$ , gồm 9 bậc cao 0,75m sau đoạn chuyển tiếp là bể tiêu năng dài 30,0m, rộng 100,8m, cao trình đáy 30,0m bằng cao trình đáy kênh hạ lưu. Tường tiêu năng cuối bể cao 1,2m. Kênh xả hạ lưu có cao trình đáy 30,0m [4]. Cụ thể trong phạm vi dốc nước, tiến hành thí nghiệm, so chọn với 02 phương án bố trí nhám gia cường trên toàn dốc gồm: phương án bố trí nhám âm và phương án bố trí gấn nhám dương kiểu dầm so le.

## II. MÔ HÌNH HÓA, CÁC THIẾT BỊ ĐO ĐẶC THÍ NGHIỆM

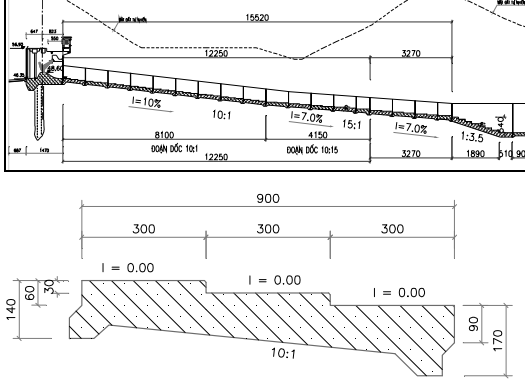
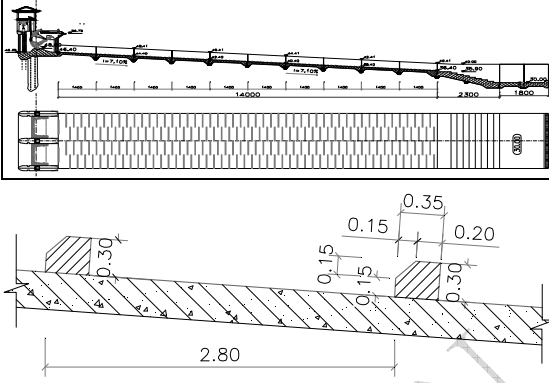

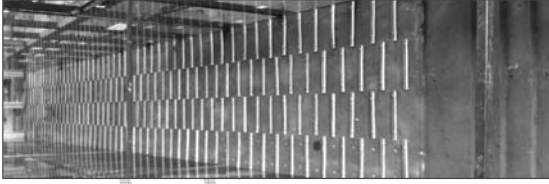
Để so chọn hình thức nhám gia cường trên dốc nước, công việc nghiên cứu thí nghiệm được triển khai trên mô hình mặt cắt, tỷ lệ hình học  $\lambda_L = 30,4$ , tương tự theo tiêu chuẩn trọng lực (Froude) với hệ số Reynolds (Re)  $Re_m = 16093 > Re_{gh} = 5000$  [5]. Các thông số thủy động lực học của dòng chảy trên mô hình được đo đạc bằng các thiết bị: Thông số mực nước (cao trình, độ sâu, độ dài) xác định bằng máy thủy bình Ni04 và mia, sai số không vượt quá 0,5mm đến 1,0mm, kim đo mực nước cố định đọc chính xác tới 0,1mm, thước thép. Xác định giá trị lưu tốc trung bình thời gian, mạch động lưu tốc bằng đầu đo điện tử PEMS, E40 do Hà Lan chế tạo; dải đo từ 0,05m/s đến 5,0m/s, sai số của thiết bị đo là 1%, chuyển chạy dữ liệu đo bằng phần mềm chuyên dụng. Xác định thông số lưu lượng qua công trình dùng đập tràn thành mỏng chữ nhật, sai số nhỏ hơn 1%. Đảm bảo tương tự về nhám, đối với các hạng mục công trình bằng bê tông có chất lượng cao như mặt đập tràn, trụ pin, dốc nước, bể tiêu năng.. trong mô hình dùng kính hữu cơ hoặc vữa xi măng đánh bóng nhẵn có  $n_m = 0,007 \div 0,009$ . Đối với các kênh đào, kênh tự nhiên, dùng vữa xi măng cát mịn đánh bóng hoặc để nguyên đảm bảo  $n_m = 0,014 \div 0,017$ .

## III. CÁC PHƯƠNG ÁN, NỘI DUNG NGHIÊN CỨU THÍ NGHIỆM

### 3.1 Phương án thí nghiệm

Trên mô hình đã nghiên cứu thí nghiệm với 02 phương án nối tiếp dốc nước sau tràn:

- + Phương án 1 (PAD1): Dốc nước có độ dốc  $i=10\% \div 7\%$  (đoạn dốc  $i=10\%$  dài 122m, đoạn  $i=7\%$  dài 33m), mặt dốc kiểu bậc âm cao 0,3m; (Hình 1, Ảnh 1)
- + Phương án 2 (PAD2): Dốc nước có độ dốc  $i=7,1\%$  dài 140m; trên toàn bộ dốc nước bố trí nhám gia cường kiểu dầm so le cao 0,3m nhằm tăng phần năng lượng dòng chảy tiêu hao bởi tổn thất dọc đường, giảm giá trị lưu tốc dòng chảy trên dốc, hỗ trợ tiêu năng cho hạ lưu. (Hình 2, Ảnh 2). Phương pháp và mục đích bố trí nhám này khác hoàn toàn với lý thuyết và thực tế thông thường, theo lý thuyết chỉ bố trí nhám gia cường ở phạm vi cuối dốc nhằm giảm lưu tốc dòng chảy dưới phạm vi vận tốc cho phép của vật liệu xây dựng mà không chú ý đến khía cạnh tiêu năng;

 <p>Chi tiết nhám âm trên dốc nước</p>	 <p>Chi tiết nhám dương trên dốc nước</p>
<p>Hình 1: PAD1- dốc nước có <math>i=10\% \div 7\%</math>, bố trí nhám âm cao 30cm toàn dốc</p>	<p>Hình 2: PAD2, dốc nước có <math>i=7.1\%</math>, bố trí nhám kiểu dầm so le cao 30cm toàn dốc</p>
	
<p>Ảnh 1: Phương án dốc nước <math>i=10\% \div 7\%</math>, nhám kiểu bậc âm cao 30cm (PAD1)</p>	<p>Ảnh 2: Phương án dốc nước <math>i=7\%</math>, mô nhám kiểu dầm so le cao 30cm (PAD2)</p>

### 3.2 Mục nước thí nghiệm

Ở mỗi phương án dốc nước, tiến hành thí nghiệm với 4 cấp mực nước thượng lưu lần lượt là: Mực nước (MN) kiểm tra:  $Z_{KT}=55,80\text{m}$ ; MN thiết kế:  $Z_{TK}=54,64\text{m}$ ; MN hồ:  $Z_{TL}=55,20\text{m}$  và MN hồ :  $Z_{TL}=54,00\text{m}$ ;

### 3.3 Nội dung thí nghiệm

Trong mỗi phương án, tiến hành thí nghiệm các nội dung: (1). Xác định khả năng tháo; (2). Xác định đường mặt nước; (3). Xác định lưu tốc, mạch động lưu tốc dòng chảy; (4). Xác định mạch động áp suất dòng chảy; (5). Xác định tình hình thủy lực; (6). Xác định hiệu quả tiêu năng;

## IV. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

### 4.1 Khả năng tháo:

Ứng với 4 cấp mực nước thượng lưu đưa vào thí nghiệm ở bảng 1, kết quả thí nghiệm cho thấy khả năng tháo qua tràn của hai phương án PAD1 và PAD2 là giống nhau, hình thức nhám khác nhau trên dốc nước không ảnh hưởng tới khả năng tháo của tràn.

Bảng 1. Khả năng tháo qua tràn

TT	$Z_{TL}$ (m)	$H_0$ (m)	$q_{\text{tràn}}$ ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	$q_{\text{dn}}$ ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	$m'$
1	55,80	7,35	38,34	31,95	0,435
2	55,20	6,72	33,93	28,28	0,439

TT	$Z_{TL}$ (m)	$H_0$ (m)	$q_{tran}$ ( $m^3/s$ )	$q_{dn}$ ( $m^3/s$ )	$m'$
3	54,64	6,14	29,82	24,85	0,442
4	54,00	5,48	25,44	21,20	0,448

Trong đó:  $Z_{TL}$  (m): mực nước thượng lưu;  $H_0$  (m): Cột nước trước tràn có kể tới lưu tốc tới gần;  $q_{tran} = Q_{xa}/B_{tràn}$ : là tỷ lưu qua tràn ( $m^3/s/m$ );  $q_{dn} = Q_{xa}/B_{dốcnước}$ : là tỷ lưu qua dốc nước ( $m^3/s/m$ );  $m'$ : hệ số lưu lượng đã kể tới co hẹp.

Tổng lưu lượng tháo qua tràn 7 cửa đạt  $2505m^3/s$  ứng với mực nước thiết kế. Khả năng tháo qua tràn là đảm bảo yêu cầu. Hệ số lưu lượng đã kể tới co hẹp của tràn ứng với  $Z_{TK}$  đạt 0,442, tỷ lưu thí nghiệm trên dốc từ  $21,2m^2/s \div 31,9m^2/s$ .

#### 4.2 Đường mặt nước

Thí nghiệm hai phương án PAD1 (nhám âm cao 30cm) và PAD2 (nhám kiểu dầm so le cao 30cm) với 4 cấp mực nước thượng lưu, kết quả thí nghiệm tổng hợp ở bảng 2.

Bảng 2 Độ sâu dòng chảy ứng với các cấp mực nước thượng lưu

Mặt cắt	Độ sâu dòng chảy h (m) ứng với các cấp $Z_{TL}$ (m)				Ghi chú (vị trí các mặt cắt đo)
	PAD1		PAD2		
	55,8	54,64	55,8	54,64	
1-1	17,80	16,64	17,79	16,62	Lòng hồ, cách tim tràn 150m
2-2	8,67	7,60	8,68	7,66	Đầu trụ pin
3-3	5,53	4,61	5,16	4,28	Tim tràn
4-4	3,83	3,01	3,90	3,01	Cuối trụ pin, đầu dốc
5-5	2,68	2,22	3,71	2,99	Giữa dốc nước
6-6	2,11	1,74	3,25	2,77	Cuối dốc nước
7-7	2,43	2,00	3,23	2,81	Đầu mái chuyển tiếp (bậc 1)
8-8	3,08	3,35	2,92	2,68	Giữa mái chuyển tiếp (bậc 4)
9-9	5,61	5,40	4,87	4,10	Giữa mái chuyển tiếp (bậc 6)
11-11	8,64	8,06	8,04	7,20	Đầu bể tiêu năng
12-12	8,98	8,61	8,63	7,92	Giữa bể tiêu năng
13-13	8,81	7,75	8,33	7,28	Đỉnh tường tiêu năng
14-14	10,22	8,85	10,06	8,91	Kênh hạ lưu

Kết quả thí nghiệm cho thấy: Với hai hình thức nhám khác nhau, đường mặt nước bắt đầu ảnh hưởng từ mặt cắt tim tràn. Độ sâu dòng chảy lớn nhất tại vị trí đầu dốc nước khi thượng lưu là mực nước kiểm tra đạt 3,9m, độ sâu dòng chảy tại đầu dốc của hai phương án PAD1 và PAD2 chênh lệch không đáng kể do phía đầu dốc PAD2 bố trí mô nhám cao 15cm (giảm  $\frac{1}{2}$  chiều cao so với mô bố trí trên thân dốc) do đó dòng chảy tại đầu dốc không bị tác động lớn.

Độ sâu dòng chảy lớn nhất trên thân dốc khi thượng lưu là mực nước kiểm tra

đạt 2,7m của PAD1 và đạt 3,7m của PAD2 (tương đương  $h_{PAD2}=1,37 \cdot h_{PAD1}$ ).

Từ kết quả thí nghiệm về đường mặt nước cho thấy, tường bên dốc nước cao 4,0m là đảm bảo. Như vậy với phương án nối tiếp bằng dốc nước chiều cao tường bên giảm 2,5m tương đương giảm 38,5% từ 6,5m xuống 4,0m so với phương án nối tiếp bằng bậc nước [5].

#### 4.3 Lưu tốc và mạch động lưu tốc dòng chảy

Kết quả thí nghiệm lưu tốc dòng chảy của hai phương án PAD1 và PAD2 được tổng hợp ở bảng 3.

Bảng 3 Lưu tốc lớn nhất của dòng chảy ứng với các cấp mực nước thượng lưu (m)

Mặt cắt	Lưu tốc lớn nhất $V_{max}$ (m/s) ứng với các cấp $Z_{TL}$				Ghi chú (vị trí các mặt cắt đo)
	PAD1		PAD2		
	55,8	54,64	55,8	54,64	
1-1	2,24	1,74	2,17	1,73	Lòng hồ, cách tim tràn 150m
2-2	4,35	3,70	4,22	3,77	Đầu trụ pin
3-3	9,09	8,51	8,53	8,72	Tim tràn
4-4	9,98	9,02	9,98	9,48	Cuối trụ pin, đầu dốc
5-5	13,67	11,07	12,34	11,01	Giữa dốc nước
6-6	14,13	12,91	12,97	11,02	Cuối dốc nước
7-7	13,88	12,20	12,92	10,72	Đầu mái chuyển tiếp (bậc 1)
8-8	15,03	9,25	9,04	10,22	Giữa mái chuyển tiếp (bậc 4)
9-9	13,21	10,45	12,10	10,36	Giữa mái chuyển tiếp (bậc 6)
11-	10,81	7,29	9,86	7,50	Đầu bể tiêu năng
12-	9,03	6,43	8,00	7,32	Giữa bể tiêu năng
13-	6,69	4,29	6,26	5,84	Đỉnh tường tiêu năng
14-	4,29	3,47	3,08	2,80	Kênh hạ lưu
Max	15,03	12,91	12,97	11,02	

Từ kết quả thí nghiệm cho thấy khi mực nước thượng lưu là mực nước kiểm tra thì giá trị lưu tốc lớn nhất đạt 15,03m/s với PAD1 và đạt 12,97m/s với PAD2. Khi mực nước thượng lưu là mực nước thiết kế thì các giá trị đó lần lượt là: 12,9m/s và 11,02m/s. Giá trị lưu tốc lớn nhất của PAD2 giảm 2m/s so với PAD1.

Giá trị mạch động lưu tốc theo xu hướng của PAD1 lớn hơn PAD2, giá trị mạch động lưu tốc lớn nhất của PAD1 đạt từ 0,78m/s ÷ 0,85m/s, của PAD2 đạt từ 0,72m/s ÷ 0,83m/s xuất hiện ở phạm vi giữa mái chuyển tiếp, vị trí đầu nước nhảy.

Nếu bao gồm cả mạch động lưu tốc, giá trị lưu tốc lớn nhất trên dốc nước chưa vượt giá trị cho phép chống xói của bê tông M250.

#### 4.4 Áp suất trung bình dòng chảy

Quan sát trên mô hình thí nghiệm cho thấy, do kết cấu nhám kiểu dầm hình thang vát mái thượng lưu 45° nên không có hiện tượng dòng trượt sinh chân không

trên đỉnh dầm, kết quả thí nghiệm áp suất trung bình cho thấy không xuất hiện hiện tượng áp suất âm, trước và ngay sau dầm có hiện giảm áp từ  $0,4 \text{ mH}_2\text{O} \div 0,9 \text{ mH}_2\text{O}$  do đó không có hiện tượng xâm thực gây phá hỏng bê tông kết cấu nhám trên dốc nước.

#### 4.5 Mạch động áp suất

Kết quả thí nghiệm cho thấy giá trị mạch động áp suất theo xu hướng PAD1 lớn hơn PAD2 từ  $0,25 \div 0,23 \text{ mH}_2\text{O}$ , giá trị mạch động áp suất lớn nhất của PAD1 đạt từ  $0,68 \text{ mH}_2\text{O} \div 0,73 \text{ mH}_2\text{O}$ , của PAD2 đạt từ  $0,47 \text{ mH}_2\text{O} \div 0,50 \text{ mH}_2\text{O}$  xuất hiện ở phạm vi giữa mái chuyển tiếp, đầu khu vực nước nhảy.

#### 4.6 Tình hình thủy lực

Quan sát tình hình thủy lực trên mô hình thí nghiệm ứng với 4 cấp mực nước thượng lưu, kết quả đo thông số nước nhảy và mô tả thủy lực ghi trên bảng 4 và thể hiện trên các ảnh từ ảnh 3 đến ảnh 6;



Ảnh 3: Dòng chảy trên dốc nước - PAD1,  
 $Z_{TK}=54.64\text{m}$



Ảnh 4: Dòng chảy trên dốc nước - PAD2,  
 $Z_{TK}=54.64\text{m}$



Ảnh 5: Nước nhảy trên mái chuyển tiếp và  
bể tiêu năng - PAD1,  $Z_{TK}=54.64\text{m}$



Ảnh 6: Nước nhảy trên mái chuyển tiếp và  
bể tiêu năng - PAD2,  $Z_{TK}=54.64\text{m}$

Bảng 4. Thông số nước nhảy và tình hình thủy lực ứng với các cấp  $Z_{TL}$  (m)

TT	Nội dung		PAD1	PAD2
1	Tình hình nối tiếp dòng chảy cuối dốc xuống bề tiêu năng		Nước nhảy hoàn chỉnh ổn định	Nước nhảy hoàn chỉnh ổn định
2	Độ sâu co hẹp $h_c$ (m)		0.9m÷1.5m	1.8m÷2.7m
3	Chiều dài nước nhảy $L_{nn}$ (m)		30m÷35m	25m÷30m
4	Mô tả thủy lực	Trên thân dốc	dòng chảy xiết mạnh, không có sóng mặt.	dòng chảy xáo trộn mạnh, mặt nước hình thành dải sóng nước rõ rệt kiểu bố trí nhám
	Mô tả thủy lực	Đoạn chuyển tiếp xuống kênh HL	khu vực nước nhảy xáo trộn mạnh. Vị trí bắt đầu nước nhảy ổn định cuối bậc 4, đầu bậc 5/9.	khu vực nước nhảy xáo trộn nhẹ hơn, vùng nước nhảy nông hơn và ngắn hơn PAD1. Vị trí bắt đầu nước nhảy ổn định trên bậc 4/9.

Kết quả thí nghiệm cho thấy độ sâu co hẹp  $h_c$  của phương án PAD2 lớn hơn PAD1 khoảng 0,8m, phạm vi nước nhảy của PAD2 xáo trộn nhẹ hơn PAD1, chiều dài nước nhảy ngắn hơn và vị trí bắt đầu nước nhảy gần hơn so với PAD1. Điều đó cho thấy năng lượng dòng chảy đổ xuống bề tiêu năng của PAD2 nhẹ hơn PAD1.

#### 4.7 Hiệu quả tiêu năng

Để so chọn giữa hai phương án PAD1 và PAD2, tiến hành xác định hiệu quả tiêu năng qua toàn công trình và phân năng lượng tiêu hao nhờ tổn thất dọc đường qua dốc nước của 2 phương án.

1. Xác định hiệu quả tiêu năng qua toàn công trình: chọn hai mặt cắt tính năng lượng là: mặt cắt tại thượng lưu công trình (mc1-1), mặt cắt tại kênh xả hạ lưu (mc14-

14); Năng lượng dòng chảy tại mỗi mặt cắt xác định theo công thức:  $E_i = Z_i + \frac{\alpha v_i^2}{2g}$ .

Trong đó  $Z_i$ (m),  $v_i$ (m/s) là giá trị cao trình đường mặt nước, giá trị lưu tốc trung bình tại mặt cắt chọn tính toán. Năng lượng được tiêu hao  $\Delta E$  qua toàn công trình là:  $\Delta E = E_1 - E_{14}$  (m), xét theo tỷ lệ %:  $\Delta E \% = \Delta E / E_1$  (%). Kết quả thể hiện trên bảng 5.

Bảng 5 Hiệu quả tiêu năng qua công trình

TT	$Z_{TL}$ (m)	PAD1			PAD2		
		$E_1$ (m)	$E_{14}$ (m)	$\Delta E/E_1$ (%)	$E_1$ (m)	$E_{14}$ (m)	$\Delta E/E_1$ (%)
1	55,80	25,99	10,91	58%	26,00	10,54	59%
2	55,20	25,34	10,42	59%	25,31	9,93	61%
3	54,64	24,78	9,39	62%	24,75	9,27	63%
4	54,00	24,10	8,70	64%	24,16	8,35	65%

Mặt chuẩn so sánh là đáy kênh hạ lưu ở cao trình 30m.

2. Xác định phần năng lượng tiêu hao nhờ tổn thất dọc đường qua dốc nước:

Chọn hai mặt cắt tính toán năng lượng là mặt cắt thượng lưu công trình ( $mc_{1-1}$  hay  $mc_{TL}$ ) và mặt cắt cuối dốc nước ( $mc_{CD}$ ). Năng lượng đơn vị dòng chảy tại mỗi mặt cắt được xác định theo công thức:  $e_i = h_i + \frac{\alpha \bar{v}_i^2}{2g}$ . Trong đó  $e_i$  (m),  $h_i$  (m),  $\bar{v}_i$  (m/s)

là năng lượng đơn vị, độ sâu dòng chảy, lưu tốc trung bình tại từng vị trí mặt cắt chọn tính toán. Năng lượng tổn thất dọc đường (tiêu hao qua phần dốc nước)  $\Delta e = e_{TL} - e_{CD}$  (m), xét theo tỷ lệ %:  $\Delta e\% = \Delta e / e_{TL}$ . Kết quả xác định hiệu quả tiêu hao năng lượng dòng chảy qua dốc nước (tổn thất dọc đường) của hai phương án thể hiện trên bảng 6.

Bảng 6 Hiệu quả tiêu hao năng lượng dòng chảy qua dốc nước

TT	$Z_{TL}$ (m)	PAD1				PAD2			
		$e_{TL}$ (m)	$e_{CD}$ (m)	$\Delta e$ (m)	$\Delta e/e_{TL}$ (%)	$e_{TL}$ (m)	$e_{CD}$ (m)	$\Delta e$ (m)	$\Delta e/e_{TL}$ (%)
1	55.80	17.99	10.49	7.50	42%	18.00	9.28	8.72	48%
2	55.20	17.34	9.47	7.87	45%	17.31	8.19	9.12	53%
3	54.64	16.78	9.07	7.71	46%	16.75	7.64	9.11	54%
4	54.00	16.10	8.06	8.05	50%	16.16	6.91	9.25	57%

Kết quả thí nghiệm cho thấy: hiệu quả tiêu năng qua toàn tuyến công trình của PAD2 lớn hơn PAD1 không đáng kể (từ 1%÷2%), tuy nhiên phần năng lượng dòng chảy được tiêu hao nhờ tổn thất dọc đường qua dốc nước của PAD2 lớn hơn PAD1 từ 1.2mH<sub>2</sub>O÷1.4mH<sub>2</sub>O tại vị trí cuối dốc, tương đương từ 7%÷8%. Điều đó có nghĩa là phương án dốc nước có bố trí nhám gia cường trên toàn dốc kiểu dầm so le cao 0,3m sẽ giúp giảm năng lượng dòng chảy đổ xuống bể tiêu năng đến 8% so với phương án dùng nhám âm cao 0,3m, tương đương giúp giảm tải cho bể tiêu năng, giảm kết cấu công trình và nâng cao hiệu quả tiêu năng, an toàn cho công trình khi đi vào vận hành.

## V. NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN

Từ các kết quả thí nghiệm về khả năng tháo, đường mặt nước, lưu tốc dòng chảy, hiệu quả tiêu năng tràn xả lũ Ngân Trươi cho thấy:

1. Hình thức nối tiếp bằng dốc nước có ưu điểm hơn phương án bậc nước là: chiều cao tường bên chỉ còn 4m (giảm 38,5% khối lượng so với phương án nối tiếp bằng bậc nước có chiều cao tường bên là 6,5m), tránh được hiện tượng rung động do nước nhảy gây ra tại 06 bậc nước.

2. Phương án dốc nước gắn nhám kiểu dầm so le cao 0,3m trên toàn dốc có hiệu quả hơn phương án dốc nước bố trí nhám kiểu âm cao 0,3m với các thông số sau:

+ Giá trị lưu tốc lớn nhất trên dốc nước giảm từ 1,88m/s÷2,06m/s còn 12,9m/s với mực nước kiểm tra và 11,02m/s mực nước thiết kế.



+ Giá trị mạch động áp suất lớn nhất xuất hiện tại phạm vi mái chuyển tiếp vị trí khu vực nước nhảy giảm khoảng  $0,2\text{mH}_2\text{O}$ .

+ Hiệu quả tiêu hao năng lượng của công trình là  $59\% \div 65\%$  được chia làm hai phần, tiêu hao dọc đường trên dốc đạt từ  $42\% \div 47\%$  còn lại  $17\% \div 18\%$  là tiêu hao qua đoạn chuyển tiếp và bể tiêu năng. Tổng hiệu quả tiêu năng qua toàn công trình của PAD2 so với PAD1 chỉ tăng từ  $1\% \div 2\%$  nhưng trong đó phần năng lượng tiêu hao dọc đường của phương án nhám dầm dương cao hơn phương án nhám âm từ  $7\% \div 8\%$ . Nghĩa là khi áp dụng phương án dốc gấn nhám gia cường kiểu dầm so le trên toàn dốc thì phần năng lượng cần tiêu hao tại bể tiêu năng sẽ giảm so với phương án dốc tạo nhám âm tới  $8\%$  (trương đương từ  $1,9 \div 2,0\text{mH}_2\text{O}$  tại bể tiêu năng). Điều đó cho thấy bể tiêu năng đã được giảm tải tới  $8\%$ , giảm kết cấu công trình và nâng cao hiệu quả tiêu năng, an toàn cho công trình khi đi vào vận hành.

3. Hình thức nối tiếp là dốc nước có bố trí nhám kiểu dầm so le trên toàn đáy dốc, kết cấu nhám hình thang đã được Chủ đầu tư, Cơ quan quản lý, cơ quan thiết kế và các bên liên quan đánh giá cao, được áp dụng cho thiết kế tràn Ngàn Trươi (PA6B) trong điều chỉnh thiết kế cơ sở tại Quyết định số 683/QĐ-BNN-XD ngày 01 tháng 4 năm 2013 (thay thế cho hình thức nối tiếp bằng bậc nước của phương án thiết kế tràn Ngàn Trươi PA3) với các thông số dốc nước: dốc nước dài  $140\text{m}$  bố trí toàn bộ nhám kiểu dầm so le, kết cấu hình thang cao  $0,3\text{m}$ , bước nhám  $2,8\text{m}$ .

4. Hình thức nối tiếp là dốc nước có bố trí nhám gia cường trên toàn dốc, sẽ đem lại hiệu quả với các công trình có điều kiện tương tự với tỷ lưu đến  $50\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ .

5. Kết quả thí nghiệm trên là cơ sở tạo hướng nghiên cứu chi tiết hơn nữa về các hình thức và điều kiện áp dụng các loại nhám gia cường khác khi bố trí trên toàn dốc nước. Trong các bài báo tiếp theo chúng tôi sẽ trình bày kết quả lựa chọn kiểu nhám gia cường tối ưu cho Tràn xả lũ Ngàn Trươi qua thí nghiệm trên mô hình tổng thể, Cũng như phân tích một cách tổng quát các giải pháp nối tiếp tiêu năng đã được thí nghiệm cho tràn xả lũ Ngàn Trươi.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Hoàng Tư An (2008), Thủy lực công trình, nxb Nông nghiệp.
- [2]. Nguyễn Cảnh Cầm, và nnk (2008), Thủy lực tập 2, nxb Nông Nghiệp;
- [3]. Nguyễn Như Đỗ và nnk (1998), báo cáo thí nghiệm mô hình thủy lực tràn xả lũ hồ sông Sào tỉnh Nghệ An, Viện nghiên cứu khoa học và kinh tế thủy lợi;
- [4]. Lê Văn Nghi, Đoàn Thị Minh Yến, nnk (2012), Kết quả thí nghiệm mô hình mặt cắt tràn xả lũ Ngàn Trươi phương án tràn 7 cửa nối tiếp là dốc nước.
- [5]. Lê Văn Nghi, Đoàn Thị Minh Yến, nnk (2012), Báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực tràn xả lũ Ngàn Trươi PA3 - phương án tràn hỗn hợp, Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia về động lực học sông biển.

[6]. Lê Văn Nghi, ntk (2010), Kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực tràn Đá Hàn phương án tiêu năng đáy, Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia về động lực học sông biển.

[7]. Lưu Như Phú, và ntk (1996), Báo cáo thí nghiệm mô hình thủy lực tràn Bái Thượng tỉnh Thanh Hóa, Viện nghiên cứu khoa học và kinh tế thủy lợi

*Người phản biện: PGS.TS Trần Quốc Thương*

WWW.VAWR.ORG.VN