

GIẢI PHÁP CHỈNH TRỊ ỔN ĐỊNH LÒNG DẪN KHU VỰC HỢP LƯU KHI CHUYỂN LỬ LƯU VỰC, ÁP DỤNG CHO HỢP LƯU KHE TRÍ - NGÀN TRƯỚI

Lê Văn Nghị¹

Tóm tắt: Hồ Ngàn Trươi được xây dựng trên sông Ngàn Trươi nhưng xả lũ sang khe Trí, cuối khe trí là cầu Khe Trí. Vấn đề ổn định lòng dẫn Khe Trí khi thoát lũ gặp 25 lần dòng chảy tự nhiên là rất phức tạp. Bài báo, trình bày kết quả thực nghiệm trên mô hình vật lý nhằm đề xuất phương án đảm bảo khả năng tháo, ổn định lòng dẫn, an toàn cho cầu Khe Trí và khu vực hợp lưu với sông Ngàn Trươi. Phương án được đề xuất là: - mở rộng lòng dẫn thượng lưu cầu Khe Trí dài 1220m, chiều rộng đáy 75,6m, gồm 2 đoạn cong có bán kính 190m, 160m và hai đoạn thẳng chuyển tiếp có chiều dài $L = (2,6 \div 2,8)B$; - Cửa ra khe Trí và trụ pin cầu được xoay 1 góc 30° đã tạo được dòng chảy tại khu vực cầu phân bố đều, không xuất hiện dòng quẩn, làm giảm mực nước thượng lưu cầu $0,28 \div 0,45m$, tăng lưu lượng thoát 13,3%, giảm tổn thất cục bộ tại trụ cầu 1,4m so với phương án nạo vét mở rộng theo lòng dẫn tự nhiên.

Từ khóa: tràn xả lũ, cầu, hợp lưu, mô hình vật lý, thủy lực, chỉnh trị sông.

1. MỞ ĐẦU

Ở Việt Nam đã có nhiều nghiên cứu về chỉnh trị sông như nắn sông cắt dòng đoạn Quảng Xá trên sông Chu, đây được coi là một ví dụ thành công về chỉnh trị sông ở Việt Nam (Nguyễn Tôn Quyền - Lương Phương Hậu và nnk, 1993); Chỉnh trị ổn định hợp lưu Thao - Đà và Hồng - Lô dưới tác động điều tiết của các hồ thủy điện (Nguyễn Đăng Giáp và nnk 2015); Nghiên cứu định hướng giải pháp bảo vệ bờ đoạn hợp lưu sông Mã và sông Chu tỉnh Thanh Hóa khi các thủy điện thượng lưu vận hành (Nguyễn Thanh Hùng và nnk 2015); Chỉnh trị phân lưu Hồng - Đuống trong tình hình địa hình lòng dẫn sông bị hạ thấp nhằm hạn chế lưu lượng vào sông Đuống (Nguyễn Ngọc Quỳnh và nnk, 2011); Giải pháp bố trí không gian hệ thống công trình điều chỉnh tỷ lệ phân chia lưu lượng sông phân lạch (Nguyễn Kiên Quyết, 2014); Nghiên cứu, dự báo, đề xuất giải pháp phòng chống hiện tượng xói lở, bồi lấp vùng trung - hạ lưu sông Gianh và Nhật Lệ phục vụ phát triển bền vững

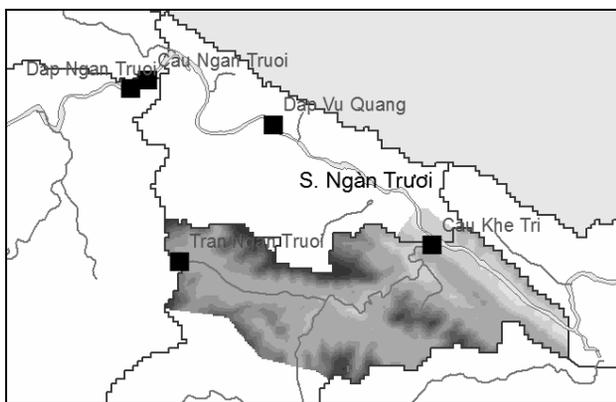
lãnh thổ nghiên cứu (Đỗ Quang Thiên, 2013). Các nghiên cứu này tập trung đề xuất các dạng công trình chỉnh trị như kè mỏ hàn, kè hướng dòng, kè đảo chiều hoàn lưu, nhằm ổn định lòng dẫn và bờ sông cho các đoạn sông ở vùng đồng bằng có dòng chảy liên tục với vận tốc nhỏ, không có yếu tố chuyển lũ lưu vực. Chưa ghi nhận thấy các nghiên cứu, chỉnh trị lòng dẫn do chuyển lũ ở vùng trung du có vận tốc dòng chảy lớn ở sau tràn xả lũ.

Hồ chứa NT được xây dựng thuộc địa phận xã Hương Đại, huyện Vũ Quang, tỉnh Hà Tĩnh là công trình có chuyển lũ sang lưu vực bên cạnh. Dòng chảy lũ từ hồ chứa được xả sang lưu vực khe Vang - hói Trí, qua lòng dẫn khe Vang, khe Trí, cầu Khe Trí đổ ra sông NT cách hạ lưu tuyến đập dâng khoảng 12km (Lê Văn Nghị và nnk, 2013). Cầu Khe Trí là cửa ra của hói Trí, nằm trên đường Hồ Chí Minh, cách tràn xả lũ NT 7,8km, được xây dựng trong dự án đường Hồ Chí Minh giai đoạn I (Hình 1). Lưu vực khe Vang - khe Trí có diện tích chỉ bằng 14,5% lưu vực của hồ NT ($61km^2/418km^2$). Địa hình lòng dẫn nhỏ hẹp và độ

¹ Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

dốc lớn, hai bên chủ yếu là các vách núi dốc lớn. Trên toàn lòng dẫn Khe Trí có hai thung lũng khá bằng phẳng. Địa chất chủ yếu là lớp cát hạt thô chứa cuội sỏi; lớp đất á sét nặng xen lẫn á sét trung; á cát cuội sỏi và các lớp đá phong hoá hoàn toàn, phong hoá mạnh, phong hoá vừa xen kẽ từng vị trí (Nguyễn Đăng Giáp và nnk, 2018).

Khi xả lũ hồ NT, hai nhánh sông NT và khe Trí phía trước hợp lưu được chuyển đổi từ chính thành phụ và ngược lại. Khe Trí trở thành dòng chính với lưu lượng đỉnh lũ lớn gấp 25 lần dòng chảy tự nhiên vốn có ($120 \text{ m}^3/\text{s} / 3122 \text{ m}^3/\text{s}$), nên vấn đề ổn định cầu và lòng dẫn khu vực hợp lưu dưới tác động của xả lũ từ hồ NT cần nghiên cứu để đảm bảo mục tiêu thoát lũ của dự án.



Hình 1. Sơ họa vị trí các công trình trong dự án Ngàn Trươi

Cải tạo lòng dẫn và mở rộng cầu Khe Trí là một hạng mục trong tiêu dự án Hồ chứa nước NT đã được đầu tư nghiên cứu từ giai đoạn thiết kế cơ sở. Qua tính toán thủy lực một chiều hệ thống sông khẳng định cầu Khe Trí có với qui mô $2 \times 33 \text{ m}$, đáy dầm cầu ở cao trình 17,55m và mặt cầu ở cao trình 19,40m là đảm bảo thoát lũ từ hồ NT (Chu Diễm Hạnh và nnk, 2009). Tiếp đến bằng phương pháp thí nghiệm mô hình vật lý với địa hình lòng dẫn và cầu hiện trạng, đã cho thấy cầu Khe Trí gồm 2 khoang không đủ khẩu độ thoát nước, chỉ cho phép thoát với lưu lượng $2100 \text{ m}^3/\text{s}$, khi tháo với lưu lượng thiết kế $3122 \text{ m}^3/\text{s}$ dòng chảy vượt qua cầu với độ sâu 1m (Lê Văn Nghị và nnk, 2010). Sai khác về kết quả của hai phương pháp được lý giải, rằng mô

hình toán trên lòng dẫn khe Trí đã không mô phỏng được các bất lợi về thủy lực như dòng quần (dòng chảy ngược) tồn thất cục bộ tại cầu và hợp lưu. Để tăng khả năng thoát lũ của đoạn lòng dẫn trước cầu và cầu Khe Trí, Công ty tư vấn xây dựng thủy lợi Việt Nam- CTCP (HEC) đã thiết kế cải tạo lòng dẫn và mở rộng khẩu độ cầu từ $2 \times 33 \text{ m}$ lên $4 \times 33 \text{ m}$, mặt cầu có cao trình +20,38m, đáy dầm cầu có cao trình +18,39m (Nguyễn Phương Minh và nnk, 2015). Trên thiết kế của HEC, cầu Khe Trí được tiếp tục thí nghiệm nhằm kiểm chứng sự hợp lý của phương án thiết kế và đề xuất phương án chỉnh trị, cải tạo nhằm đảm bảo khả năng thoát lũ, ổn định công trình, hạn chế xói lở, bồi lắng.

Bài báo trình bày giải pháp chỉnh trị lòng dẫn đoạn thượng lưu cầu Khe Trí, khu vực hợp lưu, điều chỉnh kết cấu trụ pin cầu nhằm tăng khả năng thoát lũ, ổn định tình hình thủy lực, hạn chế bồi lắng xói lở khu vực hợp lưu có cầu giao thông.

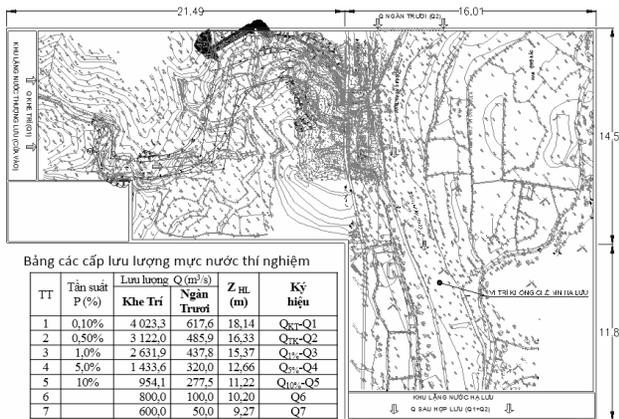
2. MÔ HÌNH VÀ CÁC PHƯƠNG ÁN THÍ NGHIỆM

2.1. Mô hình thí nghiệm

Bài toán ở đây được nghiên cứu thí nghiệm trên mô hình vật lý chính thái tổng thể, tỷ lệ hình học $\lambda_L = 50$. Mô hình được xây dựng, thí nghiệm theo Tiêu chuẩn TCVN 8214:2009 về thí nghiệm mô hình thủy lực công trình, tương tự theo tiêu chuẩn Froude (Froude=idem) và đồng thời thỏa mãn các điều kiện: (i) $Re_m > Re_{gh}$ để đảm bảo chế độ chảy ở khu bình phương sức cản hay khu vực tự động mô hình (Nguyễn Cảnh Cầm, 2005). Với dòng chảy ở khu bình phương sức cản để có tương tự về sức cản, cần có tương tự về hệ số nhám giữa nguyên hình và mô hình. Do vậy, mặt mô hình được xây dựng bằng vữa xi măng có độ nhám $0,013 \div 0,015$ tương tự với độ nhám ngoài thực tế là $0,023 \div 0,03$, tại khu vực kênh đào và lòng dẫn tự nhiên; vùng bãi tràn có độ nhám thực tế là 0,04 được gần nhám với độ cao 0,01m theo phương pháp nhám hoa mai, phần cầu được làm bằng kính hữu cơ có độ nhám 0,001, (ii) độ sâu dòng chảy trong mô hình $H_{min} \geq 0,03 \text{ m}$ để tránh ảnh hưởng của sức căng mặt ngoài, thỏa mãn tiêu chuẩn Weber, (Nova, P., Cabelka, J. 1981). Như vậy

mô hình có tương tự về tổn thất cục bộ và tổn thất dọc đường.

Trong thí nghiệm, các thông số thủy lực được xác định đo đạc bằng các thiết bị sau: Mực nước (MN) xác định bằng kim đo cố định xác tới 0,1mm và máy thủy bình Ni04 sai số nhỏ hơn 0,5mm; lưu tốc trung bình thời gian đo bằng đầu đo điện tử PEMS-E40 do Hà Lan chế tạo, dải đo từ 0,05m/s đến 5,0m/s, đo vận tốc điểm hai chiều trên mặt bằng sai số của thiết bị đo là 1%. Vị trí mặt cắt đo xem Hình 3, trên mỗi mặt cắt trong phạm vi lòng dẫn đo 4 thủy trực (Hình 9 & 10), mỗi thủy trực đo 03 điểm ở cao sâu 0,8H, 0,5H và 0,2H, H là chiều sâu dòng chảy; lưu lượng vào mô hình được đo bằng máng lờng hình chữ nhật và tính theo thức Rebeck, sai số nhỏ hơn 1%.



Hình 2. Mặt bằng mô hình và các cấp mực nước thí nghiệm

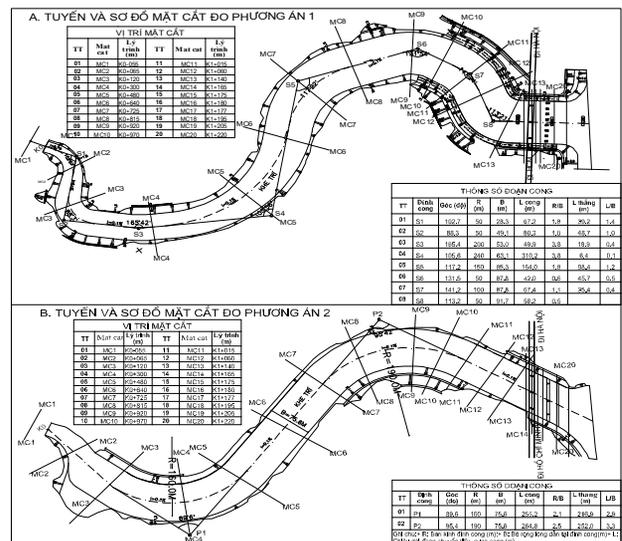
Phạm vi nghiên cứu trên mô hình gồm lòng dẫn thượng lưu cầu Khe Trí dài 1,3km bao gồm đoạn lòng dẫn bắt đầu từ hẻm núi cuối cùng của khe Trí, sông NT dài 1,5km, phía trước hợp lưu 500m, sau hợp lưu 1000m. Phạm vi chiều rộng trên lòng dẫn khe Trí đến hết đường đồng mức có cao độ 25m. Phạm vi chiều ngang sông NT bao gồm cả bãi sông vào qua đê bồi (Hình 2).

2.2. Phương án nghiên cứu:

Nghiên cứu thực hiện với 02 PA lòng dẫn, công trình:

1. *Phương án 1 (PA1)*: Theo thiết kế của HEC, lòng dẫn khe Trí trước cầu được mở rộng theo lòng suối tự nhiên, cắt cong ở đỉnh S4

nhằm đảm bảo dẫn lũ thường xuyên dưới 1000m³/s (p=10%). Toàn tuyến kênh được nối bởi một đường gấp khúc gồm 08 đoạn. Tại đỉnh các đoạn gấp khúc được làm trơn bởi các cung tròn có góc ở tâm từ 88° ÷ 165°. Đường bờ hạ lưu cầu được nối tiếp với sông NT bởi ¼ đường elip với độ dài các bán trục là 100m và 54m. Trục động lực của cầu (cửa ra khe Trí) vuông góc với sông NT. Kênh có mặt cắt hình thang, mái kênh m=1,5, độ dốc đáy i=0,1%, cao độ đáy kênh 5,0÷6,0m. Lòng dẫn được chia thành 2 đoạn: Đoạn 1 chiều rộng đáy mở rộng dần B=(23,0÷87,8)m, chiều dài L=801,5m, kết thúc tại đỉnh cong S5; đoạn 2 từ S5÷S8, có B=87,8m và L= 346,9m (Nguyễn Phương Minh và nnk, 2015) (Hình 3).



Hình 3. Mặt bằng tuyến kênh đào trước cầu Khe Trí PA1 và PA2

2. *Phương án 2 (PA2)*: Được đề xuất trên cơ sở lý thuyết và các điều kiện cụ thể như sau: (i) Phù hợp với lý thuyết về nối tiếp các đoạn sông cong, cần đảm bảo các thông số: Tỷ lệ bán kính cong ở tim và chiều rộng kênh đào $R/B \geq 2,5 \div 3$; Chiều dài đoạn quá độ nối hai đoạn sông cong $L = (1 \div 3)B$; Khoảng cách giữa 2 đỉnh cong $S = (12 \div 14)B$ (Lương Phương Hậu, Trần Đình Hối, 2004); (ii) trục động lực của kênh đào nhập sông NT trong khoảng từ $\alpha = 115^\circ \div 125^\circ$; (iii). Với khẩu độ cầu là $4 \times 33m$ có mặt cắt ướm đảm bảo thoát lũ; (iv). Bám sát hiện trạng lòng dẫn, giữ

nguyên hướng khe núi của khe Trí và khối lượng đào là nhỏ nhất. Qua phân tích so sánh đã lựa chọn tuyến kênh PA2 như Hình 3.b, tuyến kênh được thiết kế có $B=75,6\text{m}$, $m=1,5$, $i=0,1\%$, gồm 2 đoạn cong có bán kính $R_1=190\text{m}$, $R_2=160\text{m}$ và hai đoạn thẳng chuyển tiếp có $L=(2,6\div 2,8)B$. Trụ pin và mỏ cầu được xoay 1 góc 30° so với tuyến cầu, cửa ra của khe Trí hợp với sông NT một góc 120° . Mỗi phương án thí nghiệm với 07 cấp lưu lượng, MN từ tần suất lũ kiểm tra của hồ NT ($p=0,1\%$) trở xuống (Hình 2).

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ LỰA CHỌN GIẢI PHÁP

Lựa chọn giải pháp chính trị cho lòng dẫn và công trình cầu Khe Trí dựa trên việc đánh giá, so sánh kết quả thí nghiệm về các đặc trưng thủy lực: lưu lượng, độ sâu dòng chảy, giá trị và phân bố vận tốc giữa PA1 và PA2.

3.1. Khả năng tháo qua cầu

Kết quả đo khả năng tháo qua cầu ghi ở Bảng 1.

Bảng 1. Khả năng tháo qua cầu

TT	Q cầu (m ³ /s)	H-PA1 (m)	H-PA2 (m)	ΔH (m)	δH (%)
1	4023	13,58	13,13	0,45	3,43
2	3122	11,98	11,53	0,45	3,90
3	2632	10,60	10,23	0,37	3,62
4	1434	7,97	7,58	0,39	5,15
5	954	6,52	6,17	0,35	5,67
6	800	5,42	5,13	0,29	5,65
7	600	4,50	4,22	0,28	6,64
8	3550	12,42			

Từ đó cho thấy khi cùng lưu lượng và MN hạ lưu thì MN trước cầu PA2 thấp hơn PA1 từ $0,28 \div 0,45\text{m}$, tương đương $3,43 \div 6,64\%$. Khi xét đến sóng trên mô hình, với PA1 khi tháo $Q_{TK} = 3550\text{m}^3/\text{s}$ ($p = 0,5\%$) và PA2 với $Q_K = 4023\text{m}^3/\text{s}$ ($p=0,1\%$), thì đỉnh sóng chạm đáy dầm cầu (Hình 4). Như vậy, khả năng tháo của PA2 lớn hơn PA1 đến $13,3\%$ lưu lượng. Cầu ở PA2 cho phép thoát đến lũ kiểm tra của tràn NT còn cầu ở PA1 thì không cho phép thoát lũ này.

3.2. Đặc điểm dòng chảy

Trong hai phương án thí nghiệm với 7 cấp Q cho thấy dòng chảy trên lòng dẫn khe Trí có 2 chế độ chảy rõ rệt là chảy tràn trên bãi với $Q > 900\text{m}^3/\text{s}$ ở PA1 và với $Q > 1400\text{m}^3/\text{s}$ ở PA2. Dòng chảy ở đoạn đầu khe Trí đến MC6 rất nhiều loạn (Hình 5) do ảnh hưởng của dòng xiết đi từ khe núi xuống với vận tốc lên đến 12m/s . Ở PA1, với các cấp Q có chảy tràn trên bãi, dòng chảy từ hẻm núi có xu hướng đi thẳng, không vào lòng dẫn đã đào. Với PA2 chỉ có hiện tượng dòng chảy va vào bờ kênh đào và

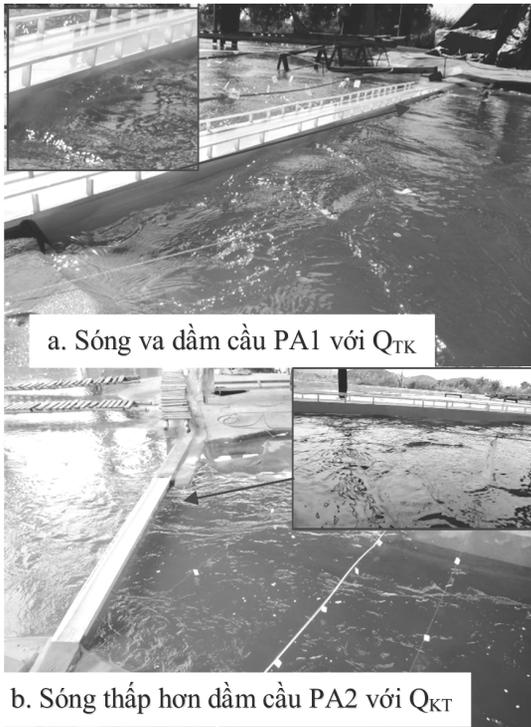
làm dềnh nước lên. Sau đây trình bày đặc điểm dòng chảy từ MC6 về hạ lưu, là đoạn dòng chảy ổn định với mỗi PA (Hình 7 & 8).

+ **PA1**: Với các cấp Q thí nghiệm, dòng chủ lưu liên tục đổi hướng trên lòng dẫn, bám bờ lồi ở trước đỉnh cong (MC 5&7), ra giữa dòng ở MC 8 và bám bờ lõm ở MC 9&13. Trên lòng dẫn tại MC8, MC12÷13 có xuất hiện dòng quần (chảy ngược) ven bờ. (Hình 5 & 7.a).

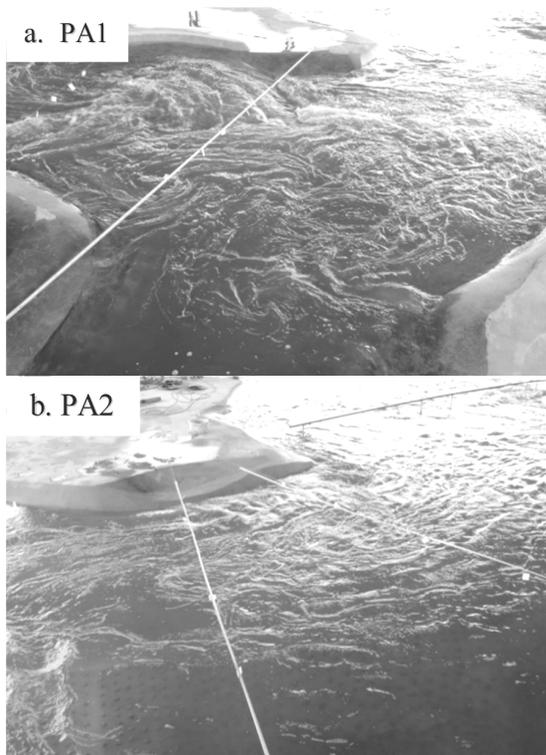
Tại khu vực cầu, dòng chảy từ khe Trí qua cầu vào sông NT xiên 1 góc 30° so với mặt bên của trụ pin cầu, hình thành 2 khu xoáy lớn: một khu ở thượng lưu cầu phía bờ Nam, một ở hạ lưu cầu phía bờ Bắc. Tại khoang số 1 giáp bờ Bắc, xuất hiện dòng chảy ngược lại từ sông NT vào khe Trí. Chiều rộng dòng chủ lưu trên mặt thoáng ứng với Q_{TK} khoảng $75\div 80\text{m}$, bằng 75% chiều rộng mặt thoáng. Với Q_{KT} dòng chảy qua cầu chạm đáy dầm cầu ở phía bờ nam (Hình 4).

Khi ra tới hợp lưu ngã ba NT- khe Trí, dòng chảy có xu hướng đi thẳng sang bờ đối diện (lệch về bờ trái sông NT). Dòng chủ lưu đi lên

bãi sông và trở lại phân bố tương đối đều tại vị trí cách ngã ba từ 500-600m (MC27). Từ MC24÷27, dòng chảy hình thành khu nước lặng, có vận tốc nhỏ ở bờ phải sông NT.



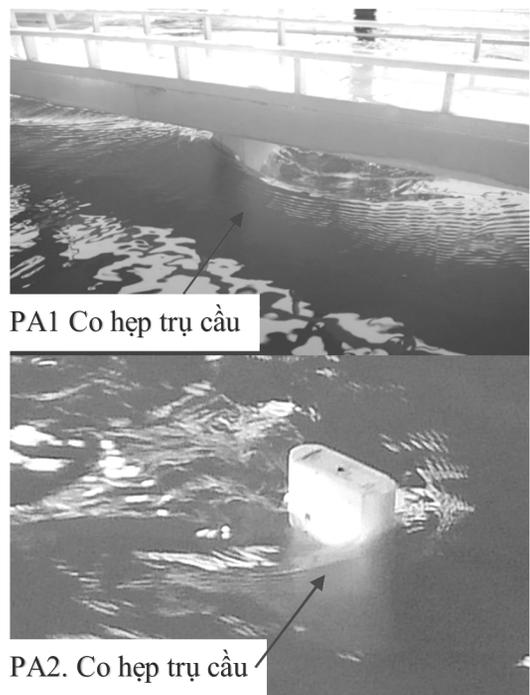
Hình 4. Dòng chảy qua cầu khe trí với cấp lưu lượng lớn nhất $Q_{KT}=4023m^3/s$



Hình 5. Dòng chảy tại đầu kênh đào MC2÷6

Do hướng dòng chảy xiên góc 30° với mặt bên cửa trụ cầu và va vào mặt trụ cầu phía bờ Bắc, tạo ra chênh lệch MN ở 2 mặt bên và hai đầu trụ rất lớn, tạo đê nước ở thượng lưu, gây tổn thất dòng chảy qua cầu lớn. Chênh lệch MN hai đầu trụ số 2 lên đến 2,4m với Q_{KT} và 1,65m với Q_{TK} ; tương ứng với chênh lệch MN hai mặt bên của trụ đạt 3,0m và 2,1m (Hình 6).

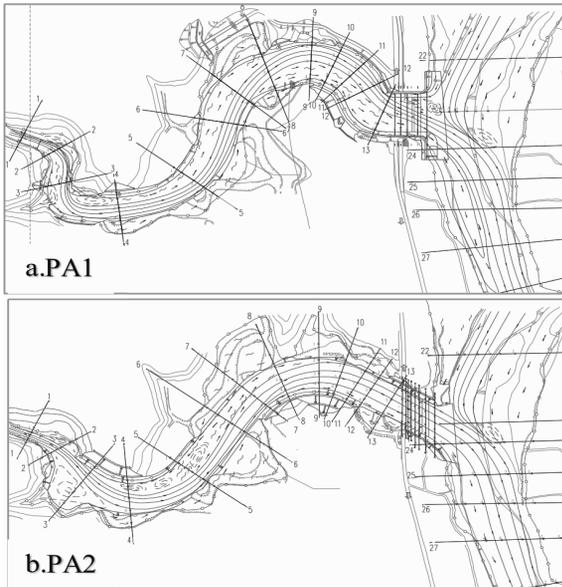
+ PA2: Ứng với tất cả các cấp Q thí nghiệm, trên toàn tuyến có hai vị trí tách dòng, tại đầu lòng dẫn khe Trí, tồn tại xoáy tại MC3 và MC5 (Hình 5 & 7b). Dòng chảy trên khe Trí phân bố tương đối đều trên toàn mặt cắt. Dòng chảy qua cầu có phương song song với mặt bên của trụ, khu vực cầu không còn các xoáy cuộn, dòng chảy xuôi thuận, chênh lệch MN hai đầu trụ giảm còn 0,4÷0,8m, MN 2 bên trụ chênh lệch không đáng kể (Hình 6). Dòng chảy ra khỏi khe Trí và đi vào lòng dẫn sông NT, không đi thẳng sang phía bờ đối diện, không tồn tại khu nước lặng tại khu vực bờ phải như PA1 (Hình 7). Với mọi cấp Q dòng chảy chưa chạm đáy dầm cầu (Hình 4).



Hình 6. Co hẹp dòng chảy tại trụ cầu với Q_{TK}

Như vậy, từ MC 6 trở đi dòng chảy ở PA2 phân bố đều hơn PA1, không tồn tại dòng chảy quẩn, khu nước lặng, tại khu vực cầu dòng chảy

không bị co hẹp lớn, tổn thất cục bộ tại trụ cầu nhỏ. Dòng chảy qua cầu đi vào sông NT trong phạm vi lòng dẫn không chảy lên bãi bồi. Những điều đó cho thấy diễn biến dòng chảy PA2 thuận lợi hơn, khả năng gây xói lở bờ và lòng dẫn sông NT ít hơn và độ ổn định của cầu cao hơn so với PA1.



Hình 7. Lưu hướng dòng chảy với các cấp Q chảy trong lòng kênh

3.3. Đường mặt nước

+ **PA1:** Đường MN dọc tuyến lòng dẫn khe Trí có độ dốc trung bình khoảng 0,20% > i, chia ra các đoạn như sau: Đoạn MC1÷4 là

3,8÷0,52%, đoạn MC5÷12 là 0,02÷0,09%. Tại một số vị trí đường MN có độ dốc hướng ngang lớn như: Từ MC1÷ MC2 khoảng 1%; từ MC3÷ MC6 là 0,35%÷1,9%, chênh lệch lớn nhất giữa 2 bờ 0,7m; tTừ MC7 ÷ MC12 MN bên trái > bên phải đạt đến 1,15m.

+ **PA2:** Độ dốc dọc dòng chảy của PA2 xấp xỉ 0,12%, giảm 0,08% so với PA1. Độ dốc hướng ngang một số khu vực như sau: MC1÷2 từ (1,3÷2,7)%, MC3÷6 từ (0,3÷1,7)%, MC7÷12 từ (0,1÷0,5)%.

Đường mặt nước trên toàn tuyến lòng dẫn khe Trí ở PA2 thấp hơn PA1 từ 0,13÷1,33m, tương đương với 2,3÷ 15,5% độ sâu dòng chảy. Độ sâu dòng chảy giảm nhiều nhất ở Q4 = 1433,6 m³/s (p=5%) là cấp Q chảy tràn trên đồng ở PA1 và chảy trong lòng dẫn ở PA2.

3.4. Lưu tốc dòng chảy

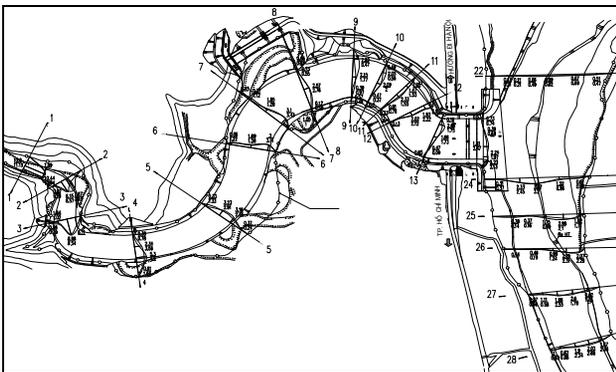
Lưu tốc dòng chảy được đo tại các vị trí không thay đổi giữa 2 PA, nhưng rất khó so sánh đánh giá những khác biệt về trị số đo. Kết quả đo vận tốc trung bình tại các vùng cụ thể là: Vùng 1: từ MC6÷MC8; Vùng 2: trước cầu Khe Trí từ MC9÷MC14; Vùng 3: Khu vực cầu Khe Trí MC15÷MC17; Vùng 4: hạ lưu cầu Khe Trí từ MC18÷MC21; Vùng 5: Sông NT, sau hợp lưu từ MC24÷ MC29 được thể hiện tại Bảng 2. Hình 8 và 9 thể hiện bình đồ lưu tốc trên mô hình các PA ứng với cấp lưu lượng Q4.

Bảng 2. So sánh giá trị lưu tốc trung bình tại một số vùng theo PA1 và PA2

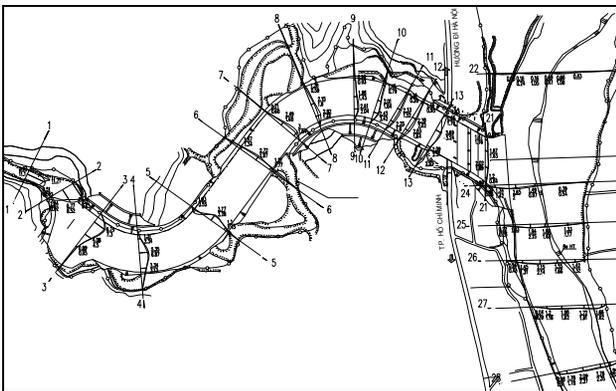
Cấp Q	PA	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3	Vùng 4	Vùng 5
Q _{KT}	PA1	2,17	3,26	3,06	2,81	2,66
	PA2	2,95	2,96	3,44	3,30	2,67
Q _{TK}	PA1	2,10	2,64	2,42	2,38	2,32
	PA2	2,77	2,77	2,83	2,76	2,01
Q _{1%}	PA1	1,73	2,48	2,24	2,44	2,18
	PA2	2,65	2,65	2,83	2,83	1,78
Q _{5%}	PA1	1,48	1,98	1,78	1,95	1,68
	PA2	2,56	2,62	2,09	2,14	2,25
Q _{10%}	PA1	1,10	1,43	1,61	1,53	1,70
	PA2	1,89	2,27	3,14	1,80	1,85
Q ₆	PA1	1,22	1,57	1,98	1,49	1,81
	PA2	2,35	1,78	2,22	1,88	1,89

Từ kết quả cho thấy: PA2 có phân bố vận tốc đều hơn PA1. Về giá trị chênh lệch lớn nhất và nhỏ nhất ở PA1 là hơn 3 lần còn PA2 là 2 lần. Trong PA1 có giá trị vận tốc âm (ngược chiều dòng chảy), ở PA2 không xảy ra hiện tượng này từ MC6 trở đi. Vùng 5, vận tốc dòng chảy trên bãi ở PA1 là 2,98m/s còn PA2 chỉ là 1,33m/s (tại MC25). Vận tốc trung bình dòng chảy trong PA2 tăng hơn PA1 từ $0,15 \div 0,84$ m/s, là do mặt cắt ướt ở PA2 nhỏ hơn PA1 từ 15 ÷ 25 % (do giảm độ sâu và B đáy kênh). Lưu tốc dòng chảy lớn nhất tại một số vùng của PA1 cụ thể như sau:

- Trước cầu Khe Trí: $V_{\max} = 2,9 \div 5,47$ m/s; -
 Tại cầu Khe Trí: $V_{\max} = 2,96 \div 5,65$ m/s; - Sông NT: $V_{\max} = 2,71 \div 4,87$ m/s. Ở PA2, giá trị này nhỏ hơn PA1 là $0,2 \text{ m/s} \div 0,7 \text{ m/s}$, cụ thể như sau:
 Trước cầu Khe Trí: $V_{\max} = 2,16 \div 5,17$ m/s; - Tại cầu Khe Trí: $V_{\max} = 2,78 \div 4,92$ m/s; - Sông NT: $V_{\max} = 2,63 \div 4,50$ m/s.



Hình 8. Phân bố lưu tốc của PA1- ứng với $Q_{\text{cầu}} = 954,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ($p = 10\%$)



Hình 9. Phân bố lưu tốc của PA2- ứng với $Q_{\text{cầu}} = 954,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ($p = 10\%$)

Như vậy, sự phân bố vận tốc dòng chảy ở PA2 đều hơn PA1, giá trị vận tốc lớn nhất ở PA2 nhỏ hơn PA1 nên mức độ gây xói lòng dẫn sẽ ít hơn. Ngoài ra, các khu vực dòng xoắn, dòng có vận tốc nhỏ ở PA2 cũng giảm nhiều so với PA1 nên PA2 sẽ giúp giảm hiện tượng bồi lắng khi mà dòng chảy từ thượng lưu trong lòng dẫn mới hình thành do chuyển lưu vực sẽ mang rất nhiều bùn cát về hạ lưu.

Do đó, xét trên phương diện thủy lực, PA2 có ưu điểm hơn PA1 về: khả năng tháo lớn hơn; phân bố vận tốc dòng chảy đều hơn: tổn thất cục bộ tại trụ cầu nhỏ hơn; tác động của dòng chảy vào trụ cầu nhỏ hơn, cầu ổn định hơn; triệt tiêu các vùng nước xoắn tại khu vực cầu nên giảm nhỏ hiện tượng bồi lắng từ MC6 trở đi; trên bãi sông NT ở bờ trái vận tốc dòng chảy giảm 1,65m/s còn 1,33m/s, ở bờ phải không còn khu vực lặng nên giảm thiểu hiện tượng xói lở và bồi lắng trên sông NT.

4. KẾT LUẬN

- Bài báo đã trình bày, phân tích các đặc trưng thủy lực dòng chảy khu vực lòng dẫn thượng lưu cầu, cầu Khe Trí và sông NT, lựa chọn các giải pháp chỉnh trị của phương án 2 là giải pháp hợp lý.

- Lòng dẫn thượng lưu cầu Khe Trí được nạo vét, chỉnh trị bố trí thành 2 đoạn sông cong có bán kính $R = 190$ m, và $R = 160$ m và hai đoạn thẳng chuyển tiếp có chiều dài $L = (2,6 \div 2,8)B$, chiều rộng $B = 75,6$ m, độ dốc đáy $i = 0,1\%$ không thay đổi trên toàn tuyến. Tuyến cửa ra của khe Trí và trụ cầu được xoay góc 30° tạo dòng chảy vào sông NT, hợp với nhau góc 120° .

- Phương án đề xuất (PA2) đã làm ổn định tình hình thủy lực lòng dẫn trước cầu, khu vực cầu và sông NT, đảm bảo thoát lũ với tần suất 0,1% xả từ hồ NT, tăng khả năng tháo 13,3%, giảm tổn thất cục bộ trụ cầu 1,4m, khắc phục hiện tượng dòng xoắn trên lòng dẫn khe Trí từ MC6 trở đi, giảm vận tốc lớn nhất trên toàn tuyến công trình, có phân bố vận tốc đều hơn. Dòng chảy qua cầu nối tiếp với sông NT trong lòng dẫn chính. Nhờ vậy hạn chế được hiện tượng bồi, lắng và xói lở lòng dẫn, tăng ổn định cho cầu và lòng dẫn.

- Giải pháp chỉnh trị đề xuất đã được Bộ đơn vị liên quan cập nhật vào bản vẽ thiết kế thi công và đã xây dựng trong thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Cảnh Cầm & nnk (2005), Thủy lực - tập 2, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- Nguyễn Đăng Giáp và nnk (2015), *Nghiên cứu các giải pháp giảm thiểu tác động bất lợi khi vận hành hồ chứa thượng nguồn đến vùng hợp lưu các sông Thao - Đà - Lô*, Báo cáo đề tài khoa học công nghệ cấp nhà nước;
- Nguyễn Đăng Giáp và nnk, 2018, *Nghiên cứu, tính toán về diễn biến xói lở lòng dẫn Khe Trí*, Phòng thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển, Hà Nội;
- Lương Phương Hậu, Trần Đình Hợi (2004), *Động lực học dòng sông và chỉnh trị sông*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội;
- Chu Diễm Hạnh và nnk (2009), *Báo cáo tính toán thủy văn, thủy lực tiểu dự án hồ hồ chứa nước NT, tỉnh Hà Tĩnh*, Công ty tư vấn thủy lợi Việt Nam-CTCP, Hà Nội;
- Nguyễn Thanh Hùng và nnk (2015), *Nghiên cứu định hướng giải pháp bảo vệ bờ đoạn hợp lưu sông Mã và sông Chu tỉnh Thanh Hóa khi các thủy điện thượng lưu vận hành*, Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường - số 51 (12/2015);
- Nguyễn Phương Minh và nnk (2015), *Thuyết minh thiết kế mở rộng cầu Khe Trí*, Công ty tư vấn thủy lợi Việt Nam-CTCP, Hà Nội;
- Lê Văn Nghị (2017), *Nghiên cứu giải pháp hạn chế bồi lắng trước cửa lấy nước trước đập dâng sau đoạn sông cong áp dụng cho đầu mối lấy nước của Hệ thống thủy lợi Bắc Nghệ An*, Tạp chí Khoa học và công nghệ Thủy lợi, số 34.
- Lê Văn Nghị, nnk, (2015), *Báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực cầu Khe Trí và ngã ba NT - Khe Trí*, Phòng thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển, Hà Nội;
- Lê Văn Nghị, nnk (2013), *Báo cáo kết quả nghiên cứu thí nghiệm mô hình tràn xả Ngân Trươi- Hà Tĩnh - Phương án Tràn 7 cửa (PA6B)*, Phòng thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển, Hà Nội;
- Lê Văn Nghị, nnk (2010), *Báo cáo kết quả nghiên cứu thí nghiệm mô hình thủy lực cầu Khe Trí- Phương án hiện trạng*, Phòng thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển, Hà Nội.
- Nguyễn Tôn Quyền - Lương Phương Hậu và nnk (1993), *Luận chứng kinh tế kỹ thuật công trình chỉnh trị đoạn Quán Xá sông Chu - Thanh Hoá*. Hà Nội tháng 9/1993;
- Nguyễn Kiên Quyết (2014) *Giải pháp bố trí không gian hệ thống công trình điều chỉnh tỷ lệ phân chia lưu lượng sông phân lạch*, Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường - số 44 (3/2014)
- Nguyễn Ngọc Quỳnh (2011), *Nghiên cứu đề xuất các giải pháp ổn định tỷ lệ phân lưu hợp lý tại các phân lưu sông Hồng, sông Đuống và sông Hồng, sông Luộc*, Báo cáo kết quả đề tài Độc lập cấp Nhà nước, Hà Nội.
- Đỗ Quang Thiên, 2013, *Nghiên cứu, dự báo, đề xuất giải pháp phòng chống hiện tượng xói lở, bồi lấp vùng trung - hạ lưu sông Gianh và Nhật Lệ phục vụ phát triển bền vững lãnh thổ nghiên cứu*, Báo cáo đề tài Khoa học công nghệ cấp tỉnh Quảng Bình.
- Nova, P., Cabelka, J. (1981), *Models in hydraulic engineering*, Pitman, London, UK.

Abstract:

A REGULATED SOLUTION TO STABILIZE THE RIVER BED OF CONFLUENCE SECTION WHEN TRANSFERRING FLOOD WATERSHED. CASE STUDY FOR KHE TRI - NGAN TRUOI CONFLUENCE

Ngan Truoi reservoir has been built on Ngan Truoi river but transferring flood to Khe Tri basin before returning to Ngan Truoi river, Khe Tri bridge at the end of Tri river. The problem of stabilizing the Khe Tri's channel when undertaking the task of passing flood flow up to 25 times the natural flow especially in the confluence section is very necessary but complicated. In this study, we use the experimental method on the physical model. Option 1 of the experiment according to the design scheme and option 2 is proposed, including: dredging length the Khetri's river bed is 1220m from Khetri bridge; channelization route consists of 2 curved river with radius of 190m and 160m and 2 straight transitional river with length $L = (2.6 \div 2.8)B$, $B=75.6m$; Khetri bridge piers are rotated at a 30 degree angle. The comparison results show that the solutions are given in Option 2 reduce the upstream water level from $0.28 \div 0.45m$, the discharge capacity increases by 13.3%, at the flow bridge area evenly distributed and has no backwater flow, the local loss at the abutment is less than 1.4m. Proposed solutions are applied in practice,

Keywords: spillways, bridge, confluence river, physical model, hydraulics, river training.

Ngày nhận bài: 10/5/2019

Ngày chấp nhận đăng: 10/6/2019