

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

PGS.TS. Lê Văn Nghi

Viện khoa học thủy lợi Việt Nam

Tóm tắt: Cửa lấy nước thường đặt ở các đoạn sông thẳng hoặc trước đỉnh cong của bờ lồi nhằm tăng khả năng lấy nước và giảm bồi lấp. Nhưng do điều kiện địa hình, địa chất mà phải bố trí ở phía sau của đỉnh cong. Trường hợp điển hình là cửa lấy nước của hệ thống thủy lợi Bắc Nghệ An – cụm đầu mối Đô Lương. Bài báo này trình bày giải pháp hạn chế bồi lắng trước cửa lấy nước bằng việc xác định tuyến bờ sông hợp lý theo lý thuyết của dòng chảy trên sông cong áp dụng cho cụm công trình đầu mối Đô Lương – Nghệ An. Kết quả đã được kiểm chứng trên mô hình vật lý tỷ lệ 1/70.

1. MỞ ĐẦU

Các cửa lấy nước ven sông đặt sau đỉnh cong của bờ lồi, đặc biệt là lấy nước trước đập dâng thường bị bồi lắng nghiêm trọng. Với quán tính của dòng chảy cong cùng tác động của đập dâng làm biến đổi mạnh mẽ lòng dẫn và đường bờ khu vực cửa lấy nước, gây bồi lắng nghiêm trọng, cụm đầu mối Đập dâng Đô Lương là trường hợp điển hình.

Cụm đầu mối Bara Đô Lương, tỉnh Nghệ An gồm đập dâng dài khoảng 350m, 01 cửa xả cát và cửa lấy nước Tràng Sơn đặt bên bờ trái thượng lưu đập dâng qua cống Mụ Bà cấp nước tưới cho 4 huyện Đô Lương, Yên Thành, Diễn Châu và Quỳnh Lưu. Công trình được xây dựng, vận hành từ năm 1939.

Trong 80 năm hoạt động đập dâng Đô Lương đã gây ra nhiều biến động lòng dẫn và bờ sông, như sự chuyển đổi lạch, cắt bãi và bồi lắng (Hình 1). Hiện tượng bồi lắng trước cửa lấy nước của cụm đầu mối

Đô Lương là điển hình về sự bồi lắng, hàng năm phải đầu tư nạo vét sau mỗi mùa lũ. Cùng với sự cố kẹt cửa van xả cát năm 1979, bãi bồi thượng lưu cửa lấy nước càng phát triển tạo nên khu bãi mới có đường bờ nhô cong ra lòng sông (chiếm 1/3 lòng dẫn phía bên trái), chắn hướng dòng chảy vào cửa lấy nước, làm thay đổi hình thái dòng chảy khu vực công trình, giảm hiệu quả lấy nước tưới. Cùng với hệ thống kênh và công trình đầu mối đã xuống cấp, cụm đầu mối Đô Lương nay được cải tạo nâng cấp nhằm đáp ứng yêu cầu về lấy nước và giảm bồi lắng trước cửa lấy nước cống Tràng Sơn.

Công trình được nâng cấp tại tuyến đập dâng hiện hữu, thuộc địa phận hai xã Tràng Sơn và Đặng Sơn, huyện Đô Lương, tỉnh Nghệ An. Đập dâng dài 334.50 m (không kể các trụ pin) gồm 01 khoang tràn tràn tự do có chiều rộng thông nước 295.50 m, cao trình đỉnh ngưỡng tràn +10.50 m. Cửa xả cát gồm 02 khoang có cửa van, mỗi khoang có chiều rộng thông nước +21.00 m; cao trình ngưỡng cửa van +7.26 m. Cống lấy nước Tràng Sơn:

Ngày nhận bài: 16/11/2016

Ngày thông qua phản biện: 23/12/2016

Ngày duyệt đăng: 28/12/2016

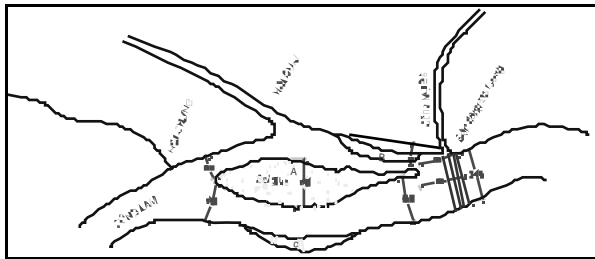
nằm bên trái sát tường cánh thượng lưu cửa lấy nước, tìm công dọc theo kênh chính, vị trí cửa vào tại K0+000.

Tuyến kè bờ thượng lưu cửa lấy nước dài gần 700m được thiết kế nối tiếp từ tuyến kè hiện hữu cùng với việc nạo vét bãi bồi hiện trạng ở thượng lưu đầu mỗi đến cao trình +7.26m tạo dòng chảy thuận dòng vào cửa lấy nước và giảm bồi lắng cho thượng lưu cửa lấy nước, tăng hiệu quả xả cát trong mùa lũ. Qua nghiên cứu các giai đoạn khác nhau đường bờ được các đơn vị tư vấn thiết kế đề xuất không trên cơ sở qui

luật của dòng chảy ở đoạn sông cong, nên không đảm bảo được yêu cầu đã đặt ra. Qua nghiên cứu thí nghiệm trên mô hình vật lý kết hợp với lý thuyết về dòng chảy trên đoạn sông cong đã đề xuất tuyến kè phù hợp cho kết quả thí nghiệm bồi nhỏ nhất và đảm bảo được yêu cầu thuận dòng khi xả cát và lấy nước.

Bài báo này trình bày kết quả lựa chọn tuyến kè bờ trái đập dâng Đô Lương phía công Trảng Sơn, nhằm đảm bảo yêu cầu thuận dòng tạo điều kiện cho công Trảng Sơn lấy nước và giảm bồi lắng, xói lở.

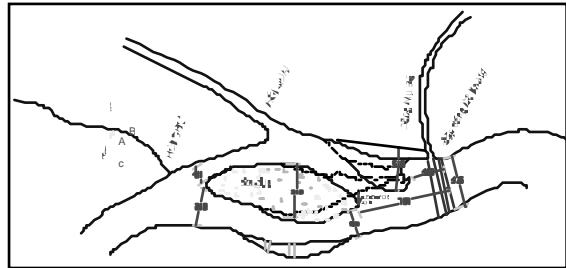
Địa hình năm 1959



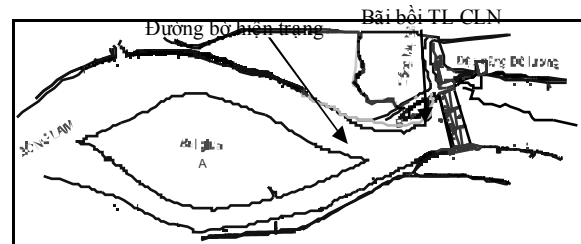
Lạch chính là lạch phải;
Dòng chảy hướng từ lạch phải hướng thẳng sang cửa lấy nước ở phía bờ trái.

Địa hình năm 2013: lạch chính là lạch trái, dòng chảy sau nhập lưu theo quán tính sông cong hướng sang phía bờ phải, gây bồi bờ trái thượng lưu cửa lấy nước.

Địa hình năm 1979



Lạch chính là lạch trái;
Dòng lạch trái mạnh, cắt 1 phần đuôi bãi giữa. Cửa xả cát hồng. Tạo nên bãi bồi lớn ở bờ trái thượng lưu đập và cửa lấy nước.



Hình 1. Mặt bằng khu vực đập Đô Lương qua các thời kỳ

2. MÔ HÌNH NGHIỆM CỨU, CÁC TRƯỜNG HỢP THÍ NGHIỆM

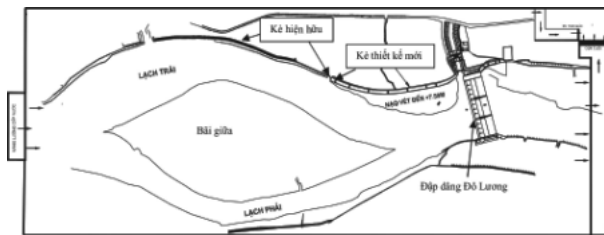
2.1. Mô hình thí nghiệm

Mô hình vật lý cụm đầu mỗi Đô Lương được xây dựng tại Trung tâm Nghiên cứu Thủy lực, Phòng thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển là mô chính thái –

tổng thể, tỷ lệ 1/70, lòng cứng kết hợp lòng mềm cục bộ, tương tự theo tiêu chuẩn Froude, đảm bảo làm việc trong khu vực bình phương sức cản.

Mô hình bao gồm lòng dẫn, đập dâng, công lấy nước và kênh hạ lưu công. Phạm vi mô phỏng theo chiều dòng chảy là 3000m, bao

gồm phàm thượng lưu từ phía trên bãi giữa (khu vực sông Cả chưa tách làm 2 nhánh) tới hạ lưu đập dâng Đô Lương, phạm vi hạ lưu qua đoạn lòng sông đã từng bị xói lở, cách vị trí tuyến đập hiện trạng khoảng 700m. Chiều rộng mô hình bao gồm toàn bộ đập dâng Đô Lương, cống Trảng Sơn và khoảng 200m kênh Chính; đường kè bờ, đê hai bên bờ sông Cả, tổng chiều rộng thực tế mô phỏng $B=1200m$. Mô hình đủ lớn để bao hết các khu vực có tác động đến của lấy nước, bao bãi giữa, các đoạn sông cong (Hình 2).



Hình 2. Tổng thể mặt bằng mô hình thí nghiệm

2.2. Các phương án nghiên cứu

Tuyến bờ thượng lưu cửa lấy nước được thiết kế, nạo vét sâu vào trong bãi, nối tiếp từ tuyến kè hiện trạng nhằm: Hướng dòng chảy vào cửa lấy nước và trước 2 khoang xả cát bám sát bờ, thẳng góc với cửa xả cát; tránh tạo hiện tượng tách dòng, tạo ra một đường bờ ổn định không gây bồi lắng trước cửa lấy nước. Để đạt được mục tiêu tăng cường lượng bùn cát xả qua đập Đô Lương, cống xả cát đã được mở rộng hơn so với hiện trạng gồm 02 khoang. Tuyến kè này được nghiên cứu trong các giai đoạn của dự án với nhiều giải pháp bao gồm cả bố trí hệ thống kè mở hàn ở phía bãi giữa nhằm đẩy dòng chảy về phía chân kè, nhưng không có hiệu quả.

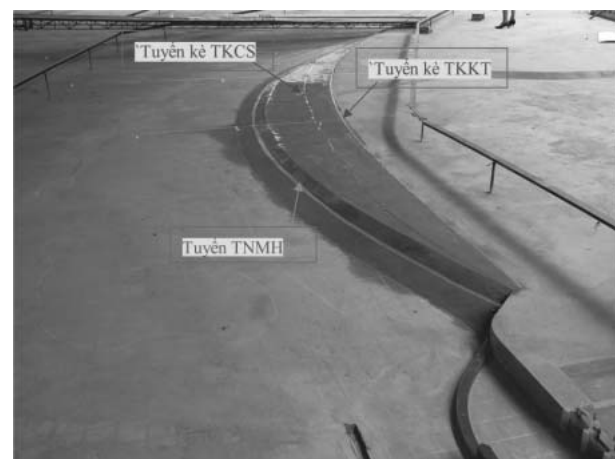
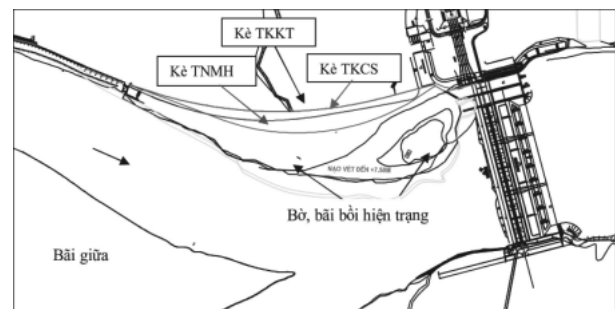
Tuyến kè Trảng Sơn được nghiên cứu thí nghiệm, đánh giá bồi lắng, khả năng tác động đến xả cát, trên mô hình gồm 03 phương án trong các giai đoạn thiết kế của dự án: Giai đoạn thiết kế cơ sở (TKCS), giai đoạn thiết kế kỹ thuật (TKKT), giai đoạn thí nghiệm mô hình (TNMH), cụ thể như sau:

- Tuyến TKCS: là tuyến kè được đề xuất trong

giai đoạn TKCS, do đơn vị lập dự án là Viện Thủy Công đường bờ được bố trí lùi vào trong bãi, cách đường bờ hiện trạng 120m.

- Tuyến TKKT: được đề xuất trong giai đoạn TKKT, do liên doanh tư vấn Quốc tế Suny và HEC 2, đường bờ được bố trí lùi sâu vào trong bãi, cách đường bờ hiện trạng 135m.

- Tuyến TNMH: được đề xuất từ kết quả thực nghiệm mô hình vật lý, đường bờ bố trí lùi vào trong bãi, cách đường bờ hiện trạng 90m, tiến ra lòng sông so với tuyến 2 là 45m. Được xác định dựa trên qui luật chuyển tiếp của hai đỉnh cong. Giữa hai đỉnh cong cần 1 đoạn thẳng chuyển tiếp dài $(2-3)B$. Trong trường hợp này được chọn là $2,5B$. B là chiều rộng lạch sông có đỉnh cong.



Hình 3. Chi tiết bố trí tuyến kè hoàn thiện ở bờ trái thượng lưu đập

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Với 3 tuyến đường bờ được đề xuất trong các giai đoạn khác nhau được thí nghiệm trên mô hình lòng cứng nước trong để đo đạc các thông số thủy lực và thí nghiệm trên mô hình với

dòng nước đục để xem xét đánh giá khả năng bồi lấp trở lại của bãi bồi hiện trạng dưới tác động của việc mở rộng của xả cát trong các trường hợp mực nước lưu lượng qua đập Đô

Lương khác nhau. Kết quả thí nghiệm với các cấp mực nước, lưu lượng cụ thể được trình bày như trong bảng 1.

Bảng 1. Các cấp lưu lượng, mực nước thí nghiệm

TT	Tần suất (P%)	$Q_{\text{sôngCả}}$ (m^3/s)	Mực nước thượng lưu Z_{HL} (m)	Mực nước hạ lưu Z_{HL} (m)	Hoạt động cửa van xả cát	Cống Trảng Sơn	Ghi chú
1	5%	8070	18.95	18.92	Mở HT	Đóng HT	Mùa lũ
2	10%	6070	18.06	18.02	Mở HT	Đóng HT	Mùa lũ
3	50%	3450	14.91	14.84	Mở HT	Đóng HT	Mùa lũ
4		1400	11.90	11.21	Mở CXC số 2	Mở lấy nước Qc	Mùa kiệt
5		800	11.42	9.56	Mở CXC số 2	Mở lấy nước Qc	xả cát vận hành
6		279	10.65	7.63	Mở CXC số 2	Mở lấy nước Qc	tháng kiệt bình quân 90%

3.1. Phân bố lưu tốc, lưu hướng các phương án đường bờ

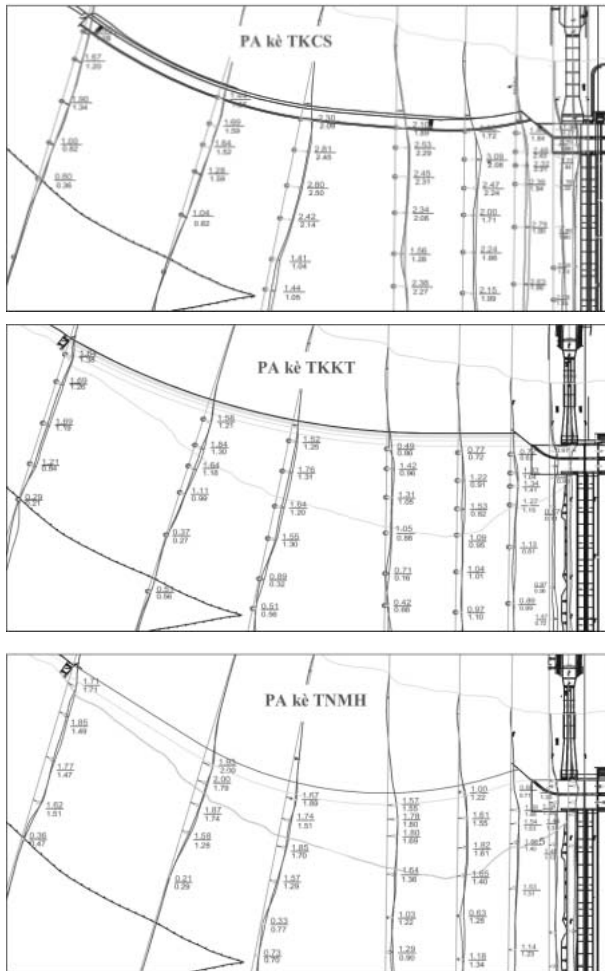
- Về lưu hướng: với tuyến TKCS và tuyến TKKT, dòng chảy tách bờ ở ngay đầu đoạn đường bờ thiết kế mới. Phương án TKCS dòng chảy tách sớm hơn và rõ rệt hơn kè TKKT. Càng về cuối kè, dòng chảy tách bờ càng xa, sát bờ là khu dòng chậm, phạm vi khoảng 70m với lũ cấp lũ ngang bãi.

- Về lưu tốc dòng chảy: Với tuyến TKCS, lưu tốc trung bình dòng chủ lưu đạt từ 1.5÷2.6m/s ($Q_{50\%} = 3500\text{m}^3/\text{s}$), và từ 1.2÷1.9m/s ($Q = 1400\text{m}^3/\text{s}$), lưu tốc lớn nhất xuất hiện ở khu vực sông có bờ kè cong nhất (ngang đuôi bãi giữa) và giảm dần dọc theo chiều dòng chảy trên đoạn lòng sông được nạo vét +7.26m. Lưu tốc đáy của dòng sát bờ đạt 1.5m/s (lũ thường xuyên) và 1.0m/s (lũ nhỏ MN +12.0m). Lưu tốc dòng ven bờ nhỏ hơn lưu tốc của bó dòng chủ lưu liền kè từ 0.5÷1.2m/s.

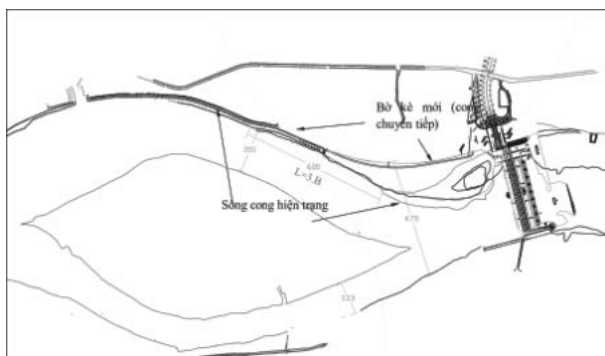
Với tuyến TKKT, lưu tốc trung bình dòng chủ lưu đạt 1.1÷1.5m/s ($Q_{50\%}=3500\text{m}^3/\text{s}$), và đạt

0.9÷1.1m/s ($Q=1400\text{m}^3/\text{s}$). Lưu tốc đáy của dòng cạnh bờ đạt 0.7÷1.3m/s, chỉ nhỏ hơn từ 0.2÷0.5m/s so với lưu tốc của bó dòng chủ lưu liền kè. Lưu tốc phương án kè TKKT phân bố khá đồng đều trên toàn mặt cắt ngang sông, giảm dần dọc theo chiều dòng chảy trên đoạn thiết kế nạo vét +7.26m và nhỏ hơn lưu tốc phương án kè TKCS từ 0.5÷1.1m/s.

- Với tuyến TNMH, dòng chảy có lưu tốc phân bố đều hơn trên mặt cắt ngang sông nhất là phía bên trái, giá trị lưu tốc trung bình mặt cắt từ đầu tuyến kè mới tới thượng lưu công trình đạt từ 1.0÷1.45m/s (với $Q = 800 \div 3450\text{m}^3/\text{s}$), tăng từ 0.1÷0.4m/s, tương đương từ 10÷30% so với phương án kè TKKT. Khu vực từ đầu tuyến kè tới đỉnh cong kè, giá trị lưu tốc trung bình và giá trị lưu tốc lớn nhất xấp xỉ nhau đạt từ 1.2÷2.0m/s, giá trị lưu tốc của dòng chủ lưu và dòng sát bờ là tương tự nhau, rõ rệt nhất ở cấp lũ thường xuyên $Q=3450\text{m}^3/\text{s}$. Lưu tốc đáy lớn nhất của dòng chảy bên bờ trái đạt từ 1.0÷2.0m/s, $V_{\text{daymax}} = 2\text{m/s}$ ứng với $Q = 3450\text{m}^3/\text{s}$, tăng từ 0.1÷0.6m/s so với kè TKKT.



Hình 4. Bình đồ lưu tốc dòng chảy thượng lưu đập dâng ứng với 3 phương án tuyến kè – $Q_{P50\%}=3500m^3/s$



Hình 5. Thế sông cong hiện trạng và tuyến kè thiết kế chưa tuân theo quy luật động lực dòng chảy

- Xu thế chung về quá trình hình thành, phát triển bãi bồi bên bờ kè trái là do hiện tượng dòng chảy tách dần bờ kè (dòng không bám theo bờ kè thiết kế), ven bờ kè là dòng chậm

với lưu tốc giảm khoảng 30%÷40% so với lưu tốc dòng chủ lưu, đạt xấp xỉ và nhỏ hơn giá trị lưu tốc không xói của bùn cát trung bình trong sông. Bùn cát có nhiều thành phần hạt khác nhau, những hạt lớn hơn chìm trước tạo nên độ nhám đáy sông, kéo các lớp hạt tiếp theo lắng chìm, hình thành nên khu bồi lắng xuống ở khu dòng chậm bám theo đường bờ kè (0).

Với cả 2 phương án tuyến TKCS và TKKT luôn tồn tại hiện tượng tách dòng là do bờ kè được thiết kế bệch sâu vào trong bãi, tăng mặt cắt ướt lòng sông, tạo nên đoạn sông cong ngược với đoạn sông thượng lưu, tạo thành hình thế sông mới gồm 2 đoạn cong ngược liên tiếp nhau, không có đoạn sông thẳng đủ dài để chuyển tiếp. (0).

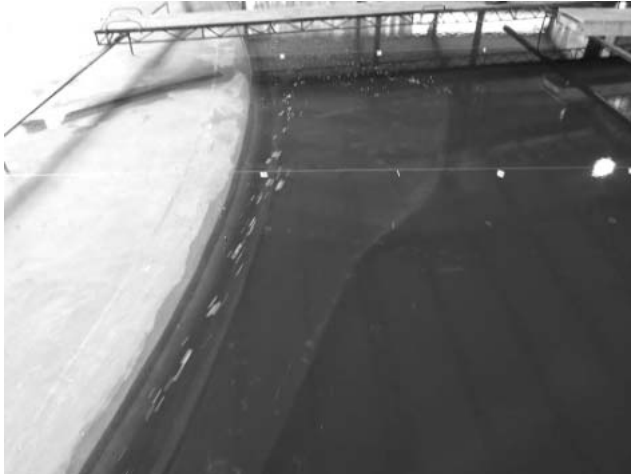
3.2. Kết quả thí nghiệm bồi lắng

Thí nghiệm với dòng nước đục mô phỏng bùn cát cho thấy:

(1). **Tuyến TKCS** (tuyến kè lùi sâu vào trong bãi 120m)

Hình thành bãi bồi khu vực chân kè thượng lưu kéo dài từ vị trí cách đầu tuyến kè khoảng 200m đến tường chắn cát, đường biên bãi bồi kéo dài khoảng 600m có hướng song song với đường biên của địa hình nạo vét +7.26m, cong hướng về cửa xả cát. Khoảng lớn nhất cách từ biên bãi bồi ở chân kè đến đỉnh kè TKCS là 40m.

Giữa khu bồi ở thượng lưu đập và khu bồi bên bờ trái hình thành nên lạch mới của dòng chảy rộng khoảng 50m (bằng chiều rộng của cửa xả cát). Lạch mới được tạo ra do dòng chảy được hút mạnh về cửa xả cát, có phương hợp với phương bờ kè 1 góc khoảng 45° , tương tự như lạch dòng chảy trước cửa xả cát hiện trạng, chỉ thay đổi về phương và vị trí dịch ra xa phía ngoài sông do tác dụng của cửa xả cát được mở rộng gấp 2 lần so với cửa xả cát hiện trạng (0).



a. Phương án kè TKCS



b. Phương án kè TKKT

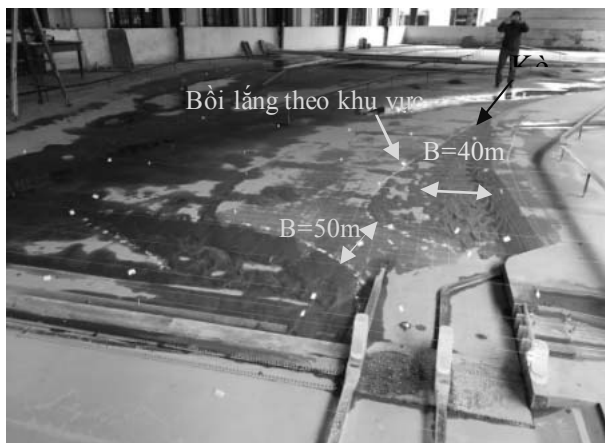
Hình 6. Xu hướng dòng tách khỏi bờ kè thiết kế

(2) Tuyến TKKT (tuyến kè lùi sâu vào bãi sông so với PA1, vị trí vào lớn nhất là 15m).

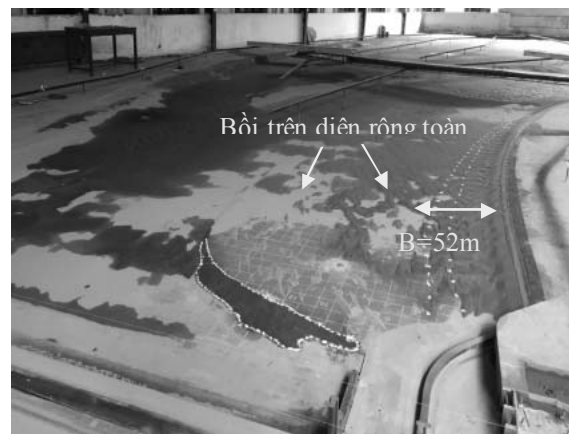
Hình thành bãi bồi khu vực chân kè thượng lưu với đường biên bãi bồi có hướng song song với đường kè bờ. Mức độ bồi ở khu vực cạnh bờ giảm hơn so với phương án thiết kế (cao trình đỉnh bồi khoảng 8.3m thấp hơn 0.4m so với phương án kè TKCS) tuy nhiên vị trí đường biên khu bồi bên bờ tương tự như

phương án thiết kế. Khoảng lớn nhất cách từ biên bãi bồi ở chân kè đến đỉnh kè TKKT là 52m (khoảng cách chênh lệch 12m so với phương án thiết kế chính là phạm vi đường kè TKKT được lùi sâu vào bãi).

Với phương án kè TKKT, xu hướng bồi trên diện rộng toàn phạm vi khu vực bãi sông thiết kế nạo vét +7.26m, không hình thành nên lạch chảy rõ rệt như phương án kè TKCS.



tuyến TKCS



tuyến TKKT

Hình 7. Phạm vi, mức độ bồi lắng bờ kè trái

(3) Tuyến TNMH Tuyến kè thí nghiệm kiến nghị

Tuyến kè tiến ra lòng sông ở vị trí đỉnh cong khoảng 45m so với tuyến kè TKKT (giảm khối

lượng đào khoảng 120000m³)

Bùn cát không bồi lắng dàn trải ở khắp khu vực chân kè và bãi nạo vét cao trình +7.26m như

PAHT, tuy vẫn hình thành các khu bồi có xu hướng giống như PATK, nhiên mức độ bồi giảm nhỏ hơn nhiều về phạm vi và mức độ bồi lắng. Khu vực kè bờ trái, khu bồi chỉ còn xuất hiện ở khoảng 1/3 đoạn cuối kè, từ sau vị trí đỉnh cong kè tới tường chắn cát. Chiều dài phạm vi bồi giảm từ 730m còn khoảng 350m, chiều rộng tính tới chân khu bồi giảm từ 70m còn 37m.



Hình 8. Các khu vực bồi lắng bờ trái thượng lưu Đô Lương – tuyến TNMH

4. NHẬN XÉT, KẾT LUẬN

- Khi bố trí tuyến kè lùi quá sâu vào trong bãi (kè TKCS và TKKT): luôn tồn tại hiện tượng tách dòng ở khu vực chuyển tiếp từ kè hiện trạng sang kè thiết kế. Hiện tượng này là do bờ kè được thiết kế lùi sâu vào trong bãi, sông mở rộng mặt cắt ứ đọng, tạo nên đoạn sông cong ngược với đoạn sông thượng lưu, tạo thành hình thể sông mới gồm 2 đoạn cong ngược liên tiếp nhau, không có đoạn sông thẳng chuyển tiếp theo quy luật động lực của sông cong. Do đó theo quán

tính dòng chảy luôn tách khỏi đầu đoạn cong hạ lưu tức đầu bờ kè thiết kế, lưu tốc dòng chảy cạnh bờ giảm nhỏ từ 30%÷40% so với dòng chảy chính tạo nên khu dòng chậm ven bờ, xu hướng gây bồi dọc theo bờ kè.

Tuyến kè TKKT xấu hơn tuyến kè theo TKCS trên phương diện chống bồi do: Lưu tốc dòng chảy giảm trên toàn mặt cắt sông so với phương án kè TKCS, đạt từ 0.7÷1.5m/s. Bùn cát bồi lắng trên diện rộng hơn, phạm vi bồi trên toàn bộ bãi thiết kế nạo, đường bờ xu hướng nhanh trở về như hiện trạng, ảnh hưởng tới khả năng lấy nước của cống Tràng Sơn.

- Tuyến kè thí nghiệm mô hình: Tuyến kè được thiết kế theo qui luật của bờ sông cong khi xác định được 02 đỉnh cong của dòng chảy cần một đoạn thẳng thẳng chuyển tiếp có chiều dài $L=3.B$ (B bán kính cong của đỉnh thứ nhất của lòng dẫn), dòng chảy không bị tách dòng từ đoạn sông cong thượng lưu mà chỉ dần tách nhẹ từ sau đỉnh cong của bờ về cửa lấy nước. Bùn cát không bồi lắng dần trải ở khắp khu vực chân kè và bãi nạo vét cao trình +7.26m như tuyến TKKT mà chỉ hình thành từ sau vị trí đỉnh cong của bờ với mức độ, phạm vi giảm nhỏ so với tuyến kè TKCS. Chiều dài phạm vi bồi giảm từ 730m còn khoảng 350m, chiều rộng tính tới chân khu bồi giảm từ 70m còn 37m.

Tuyến kè thí nghiệm mô hình kiến nghị đã được Chủ đầu tư, Ban CPO, tư vấn thiết kế, thẩm tra và các bên liên quan đánh giá cao, là tuyến áp dụng thiết kế công trình kè bờ trái thượng lưu đập dâng Đô Lương trong giai đoạn bản vẽ thi công và xây dựng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] P.G. Kixelep, A.D Altsul, nnk (2008), Sổ tay tính toán thủy lực, NXB xây dựng.
- [2] Lê Văn Nghị, nnk (2016), Kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực cụm đầu mối Bara Đô Lương, Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia về động lực học sông biển.
- [3] Lương Phương Hậu, Trần Đình Hợi (2004), Động lực học dòng sông và chỉnh trị sông, NXB Nông nghiệp.