

PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ ĐẾN ỔN ĐỊNH BỜ SÔNG: TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU TẠI SÔNG CÁI LÂN, HUYỆN CÁI BÈ, TỈNH TIỀN GIANG

Lê Hải Trí¹, Đinh Thuận Thành¹, Lê Thị Cẩm Linh¹,

Lê Hữu Thịnh², Trần Văn Tỷ^{1*}

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của yếu tố tác động đến ổn định bờ sông Cái Lân, huyện Cái Bè, tỉnh Tiền Giang. Các yếu tố thủy văn được xác định bằng phương pháp đo đạc và khảo sát thực, bao gồm đo mặt cắt sông, vận tốc, sóng và mực nước (sông và ngầm); yếu tố địa chất gồm phân tích địa chất và cấp phối bùn đáy sông phân bố dọc tuyến nghiên cứu tương ứng với vận tốc được nội suy cho từng mặt cắt. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tại vị trí đoạn sông cong, đáy sông có khuynh hướng đi vào bờ và vận tốc dòng chảy có biểu đồ phân bố lệch tâm, với vận tốc lớn nhất gần bờ. Ngoài ra, cấu tạo địa chất tại khu vực nghiên cứu có thành phần chính là lớp đất sét yếu, với lớp đất thứ nhất ở trạng thái dẻo mềm và nằm trong giới hạn dao động mực nước; do đó dưới tác động của dao động mực nước do triều và sóng do tàu, cùng với dòng chảy lệch tâm tạo ra các "hàm ếch" dẫn đến mất ổn định bờ sông. Kết quả phân tích cấp phối cho thấy vận tốc dòng chảy nhỏ hơn vận tốc không xói cho phép tương ứng với cỡ hạt theo TCVN 4118-2012. Vì vậy lòng sông ít có khả năng bị bào mòn do vận chuyển bùn đáy. Tuy nhiên, cần có thêm khảo sát vận tốc theo hai phương để đánh giá chính xác khả năng vận chuyển bùn cát và do đó gây mất ổn định bờ sông. Trường hợp 4 (khi có tải trọng tác dụng lên bờ sông) có hệ số K_{at} thấp nhất trong tất cả các trường hợp xem xét ($K_{at} = 0,546 - 0,817$). Vì vậy, có thể thấy rằng gia tải trên bờ sông là một trong những nguyên nhân chính gây mất ổn định sông Cái Lân.

Từ khóa: Vận tốc, dao động mực nước, sóng, cấp phối bùn cát, sông Cái Lân.

1. GIỚI THIỆU

Tình hình sạt lở bờ sông, bờ biển tại Việt Nam trong những năm vừa qua có chiều hướng tăng cao, quy mô ngày càng lớn, mức độ ngày càng nghiêm trọng và diễn biến ngày càng phức tạp. Theo báo cáo tổng kết của Ban chỉ đạo Trung ương về Phòng chống thiên tai và Tìm kiếm cứu nạn (PCTT&TKCN) năm 2018, đã có hơn 86 km bờ sông, bờ biển bị sạt lở làm mất đất, ảnh hưởng đến dân sinh và gây ra thiệt hại hàng trăm tỷ đồng. Bên cạnh những thiệt hại về vật chất, sạt lở bờ sông, bờ biển cũng làm đình trệ sản xuất, cản trở giao thông, làm gián đoạn quá trình phát triển kinh tế tại nhiều khu vực đặc biệt là khu vực ven biển miền Trung và đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Hiện nay, đã có nhiều nghiên cứu về các nguyên nhân sạt lở ở nhiều cách tiếp cận khác nhau, như là nguyên nhân ngoại sinh hay nội sinh. Tuy nhiên, theo Lê Mạnh Hùng và các cộng sự (2001) phân tích nguyên nhân sạt lở bờ sông ở ĐBSCL dựa vào quy luật nhân quả và được xác định

khá đầy đủ và chi tiết. Nghiên cứu này đã chỉ ra rằng, nguyên nhân và các nhân tố ảnh hưởng tới hiện tượng sạt lở có một mối quan hệ nhân quả mà trong đó lòng sông là tiền đề và bờ lở là kết quả. Từ đó, đã chỉ ra rằng quá trình xói lở bờ là theo cân bằng bùn cát. Trong sự tổng hợp của nhiều nguyên nhân tác dụng đó, tìm ra nguyên nhân chính tại vị trí đang xét là rất cần thiết và quan trọng để có những giải pháp phù hợp. Ngoài ra, cũng cần xác định được thời gian tác động và tần suất xuất hiện của nguyên nhân đó nhằm đưa ra các giải pháp giảm nhẹ vừa đảm bảo kinh tế vừa mang tính hiệu quả kỹ thuật.

Theo báo cáo của Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Tiền Giang về tình hình xử lý sạt lở bờ sông, bờ biển trên địa bàn tỉnh (tháng 6/2020), trong những năm gần đây tình trạng sạt lở bờ sông, kênh, rạch của tỉnh Tiền Giang ngày càng nghiêm trọng với qui mô, mức độ sạt lớn, xảy ra nhiều hơn các năm trước và đang có xu hướng gia tăng. Theo số liệu thống kê từ năm 2016-2019, trên địa bàn tỉnh đã tiến hành xử lý 415 điểm sạt lở bờ sông, bờ kênh với tổng chiều dài khoảng 42.612 m, kinh phí 231.912 triệu đồng. Đặc biệt, trong năm 2019 trên địa bàn tỉnh xảy ra 104 điểm sạt lở, chiều dài 4.974 m, thiệt hại 61,049 tỷ

¹ Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

² Khoa Môi trường và TNTN, Trường Đại học Cần Thơ

*Email: tvty@ctu.edu.vn

đồng. Trong đó, tại huyện Cái Bè chịu thiệt hại nặng nề nhất với 42 điểm, chiều dài 2.550 m, thiệt hại 16.364 tỷ đồng. Ngoài những trường hợp đã xảy ra, tình hình sạt lở trên tuyến sông Cái Lân đang diễn biến ngày càng phức tạp, ở nhiều điểm có nguy cơ sạt lở cao đã và đang đe dọa đến diện tích đất, nhà ở người dân trong khu vực sạt lở, gây hoang mang trong cộng đồng ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống người dân, phát triển kinh tế - xã hội. Do đó, nghiên cứu này nhằm phân tích ảnh hưởng của yếu tố đến ổn định bờ sông Cái Lân, từ đó có thể xác định các nguyên nhân chính gây sạt lở và đề xuất giải pháp hạn chế sạt lở.

2. KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Khu vực nghiên cứu là đoạn sông Cái Lân bắt đầu từ ngã ba Rạch Dâu đến cầu Ngã Bảy (giáp ranh với tỉnh Đồng Tháp) với chiều dài 4,4 km, chảy qua địa bàn hai xã Tân Thanh và Tân Hưng của huyện Cái Bè. Khu vực nghiên cứu đã xảy ra 12 vụ sạt lở nghiêm trọng vào các năm 2016, 2017, 2018 và 2019 cùng nhiều điểm có nguy cơ sạt lở cao (Hình 1). Chế độ thủy văn trên mạng lưới kênh rạch trong khu vực nghiên cứu khá phức tạp và chịu ảnh hưởng bởi thủy

triều biển Đông, dòng chảy trên sông Tiền và chế độ mưa tại chỗ. Chế độ thủy văn được phân thành hai mùa rõ rệt: mùa lũ kéo dài từ tháng 8 đến tháng 12 (5 tháng) và mùa kiệt kéo dài từ tháng 1 đến tháng 7 năm tiếp theo (7 tháng).



Hình 1. Khu vực nghiên cứu và vị trí mật cắt khảo sát

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Thu thập số liệu thứ cấp

Số liệu thứ cấp về tình hình sạt lở trên đoạn sông Cái Lân được tổng hợp từ các cơ quan chuyên môn quản lý nhà nước, các công ty ở địa phương và các vùng lân cận (Bảng 1).

Bảng 1. Số liệu và nguồn số liệu

STT	Số liệu	Năm/vị trí	Nguồn
1	Tình hình bố trí dân cư, nhà cửa ven sông	2016-2019/huyện Cái Bè	Phòng Kinh tế và Hạ tầng huyện Cái Bè
2	Thực trạng sạt lở	2014-2019/huyện Cái Bè	Ban Chỉ huy PCTT&TKCN huyện Cái Bè
3	Thủy văn	2015-2019/trạm Tiền Giang	Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam
4	Địa chất	2017/công trình cầu Ông Bích, cầu Ngã Mướp	Công ty Cổ phần Khảo sát địa chất Nam bộ

3.2. Thu thập số liệu sơ cấp

Số liệu sơ cấp được thu thập thông qua hoạt động khảo sát, đo đạc tại khu vực nghiên cứu, các bước thực hiện như sau:

- Khảo sát trên đoạn sông Cái Lân ghi nhận những điểm đã sạt lở, nhận dạng đánh giá những điểm tiềm năng có nguy cơ sạt lở cao. Ghi nhận những mốc thời gian có mật độ sạt lở bất thường;

- Khảo sát, đo đạc mặt cắt ngang sông tại các vị trí đã sạt lở, vị trí có nguy cơ sạt lở cao và những vị trí có địa hình, địa vật thay đổi bất thường;

- Đo vận tốc và hướng dòng chảy tại vị trí sạt lở, mặt cắt thay đổi bất thường;

- Đo mực nước sông và mực nước ngầm (ghi nhận ảnh hưởng của dòng thấm do triều);

- Thu thập và phân tích thành phần hạt bùn cát đáy sông.

3.2.1. Khảo sát, đo mặt cắt, vận tốc và sóng

Nghiên cứu tiến hành khảo sát đoạn sông Cái Lân để xác định các vị trí sẽ đo các mặt cắt ướt và vận tốc dòng chảy. Các vị trí được chọn đã từng bị sạt lở, có nguy cơ sạt lở cao và khu vực có địa hình, địa vật thay đổi bất thường. Nghiên cứu đã chọn sáu mặt cắt cần khảo sát như thể hiện trên hình 1.

Đo mặt cắt: Phương pháp đo mặt cắt ướt sông được xác định theo Tiêu chuẩn ngành (14TCN 141-2005). Trong đó, máy siêu âm được sử dụng để đo độ sâu. Độ sâu được đo tính từ mép bờ trái hoặc phải với khoảng cách giữa các thủy trực là 5-10 m. Tiến trình đo độ sâu xác định mặt cắt sông theo trình tự sau:

- Khảo sát hiện trạng địa hình xác định tại những vị trí có thay đổi địa hình, bề rộng sông, nơi có các tải trọng bất thường và những vị trí sạt lở. Số lượng mặt cắt trong khu vực nghiên cứu là sáu mặt cắt;

- Sử dụng máy thủy bình dẫn cao độ mốc quốc gia nhằm xác định cao trình mực nước tại thời điểm đo và cao trình hai bên bờ sông ở từng mặt cắt;

- Tại những mặt cắt xác định dùng dây cáp căng ngang vuông góc với dòng chảy có ký hiệu mỗi vị trí cách nhau 5-10 m trên dây;

- Sử dụng máy đo độ sâu cầm tay Hondex PS-7 (Hình 2) đo từ mép bờ với khoảng cách 5-10 m/điểm theo dây cáp đã ký hiệu sẵn từ bờ này sang bờ kia;

- Ghi nhận và chỉnh lý số liệu cho phù hợp để vẽ mặt cắt sông.

Đo vận tốc dòng chảy: Tiến trình đo vận tốc tại sáu mặt cắt trên được thực hiện theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 8304-2009). Mỗi mặt cắt đo được đo hai lượt (thủy triều lên và xuống). Lưu tốc kế (LS68) (Hình 2) được sử dụng đo vận tốc dòng chảy theo phương pháp đo sáu điểm tại mỗi thủy trực. Tại mỗi thủy trực tiến hành đo tại các vị trí: mặt thoáng, 0,2h, 0,4h, 0,6h, 0,8h và đáy sông (với h là độ sâu thủy trực).

Vận tốc dòng chảy trung bình xác định:

$$v_{tb} = \frac{1}{10} (v_{mặt} + 2 \times v_{0,2} + 2 \times v_{0,4} + 2 \times v_{0,6} + 2 \times v_{0,8} + v_{đáy}) \quad (1)$$

Trong đó: $v_{mặt}$ và $v_{đáy}$ lần lượt là vận tốc tại vị trí đáy và mặt thủy trực; $v_{0,2}$, $v_{0,4}$, $v_{0,6}$ và $v_{0,8}$ lần lượt là vận tốc tại vị trí 0,2h, 0,4h, 0,6h và 0,8h độ sâu thủy trực.



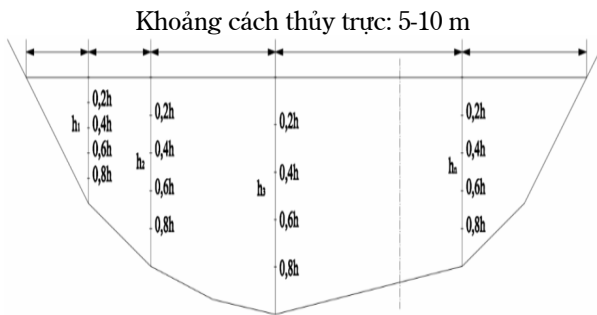
(1) Hondex PF-7SL



(2) Lưu tốc kế LS68
(a) Thiết bị đo



(3) Levellogger M3100



(b) Sơ họa vị trí đo mặt cắt và vận tốc

Hình 2. (a) Thiết bị và (b) Sơ đồ đo mặt cắt và vận tốc

Đo sóng: Sử dụng bộ thiết bị đo mực nước Levellogger M3100 (sensor) (Hình 2) gồm hai sensor được đặt cách bờ lần lượt là 1 m và 6 m ghi nhận mực nước liên tục và tự động (2 lần/giây). Do sông Cái Lân là tuyến đường thủy chính cho vận chuyển hàng hóa trong vùng nên lưu lượng ghe tàu tải trọng lớn di chuyển thường xuyên nên sóng tạo ra phần lớn do ghe tàu. Số liệu mực nước được xử lý để xác định chiều cao (h) và chu kỳ sóng (T); từ đó tính toán

chiều dài sóng (L) theo tiêu Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 9901-2014) cho sóng nước nông:

$$L = \frac{g \times T^2}{2\pi} \times \tan\left(\frac{2\pi h}{L}\right) \quad (2)$$

Trong đó, L , T và h lần lượt là chiều dài (m), chu kỳ (giây) và chiều cao sóng (m); g là gia tốc trọng trường (m/s^2).

Áp lực sóng tác dụng lên công trình (khi sóng tác dụng vào và sóng rút) được xác định theo Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 8421:2010).

3.2.2. Quan trắc sự thay đổi mực nước

Thiết bị và dụng cụ đo: máy thủy bình, mìa, hai sensor cảm biến, mũi khoan chuyên dụng đường kính 20 cm, hai ống nhựa PVC 90 mm.

Để xác định sự hạ thấp mực nước ngầm khu vực bờ sông tiến hành theo các bước như sau (Hình 3):

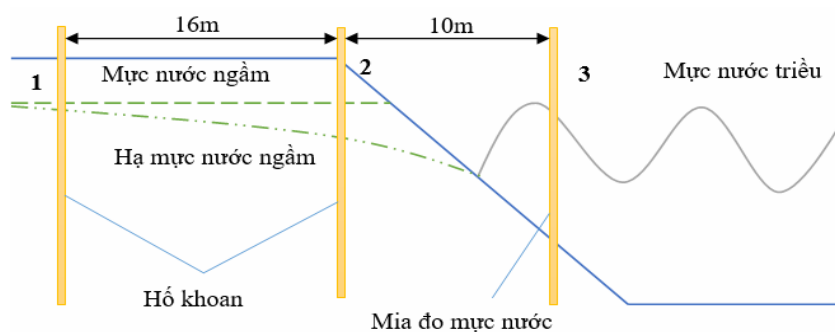
- Chọn khoảng thời gian có biên độ triều cao nhất (theo số liệu mực nước trạm gần đó: 2005-2019);

- Sử dụng mũi khoan chuyên dụng có đường kính mũi 20 cm để khoan tạo lỗ tại hai vị trí gần bờ

sông đến khi thấy mực nước ngầm. Tiếp theo dùng ống nhựa PVC có đường kính 90 mm đâm vào hố khoan chống sự sụp đổ đất thành hố khoan. Cố định mìn trên sông để ghi nhận số liệu mực nước theo thời gian;

- Cứ khoảng mỗi giờ kiểm tra mực nước trên sông và mực nước ngầm bằng thiết bị Levellogger M3100 đầu cảm biến;

- Xác định độ hạ thấp mực nước ngầm khi thủy triều kiệt nhất trong ngày.



(a)



(b)



(c)

Hình 3. (a) Minh họa sơ đồ bố trí; (b) Chi tiết hố khoan đo mực nước ngầm và (c) Vị trí các trạm trong tính toán tương quan

Ngoài ra, trong nghiên cứu này, 24 mẫu bùn đáy sông (hai bên bờ) tại vị trí gần bờ 5 m và cách bờ 12-15 m (Hình 1) (4 mẫu/mặt cắt) được thu thập nhằm xác định cấp phối hạt bùn đáy theo phương pháp rây sàng và lắng động theo Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 4198:2014: Về đất xây dựng - các phương pháp xác định thành phần hạt trong phòng thí nghiệm tiêu chuẩn).

3.3. Đánh giá hiện trạng sạt lở

Hiện trạng sạt lở khu vực nghiên cứu được đánh giá thông qua khảo sát thực tế trên đoạn sông Cái Lân ghi nhận những điểm đã sạt lở, nhận dạng đánh giá những điểm tiềm năng có nguy cơ sạt lở cao. Ngoài ra, đánh giá này được tổng hợp từ các tài liệu, báo cáo có liên quan của Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Tiền Giang (2020).

3.4. Phân tích ảnh hưởng của các yếu tố đến ổn định bờ sông

3.4.1. Ảnh hưởng do cấu tạo địa chất và dao động mực nước

Khu vực nghiên cứu là vùng chịu ảnh hưởng lũ. Khi lũ về mực nước sông cao làm mực nước ngầm trong bờ sông cũng dâng cao. Lúc này trên mái dốc của bờ, áp lực thấm cân bằng với áp lực nước trên sông. Vào mùa khô mực nước trên sông hạ thấp trong khi mực nước ngầm thay đổi rất chậm nên có sự chênh lệch áp lực thấm và áp lực nước trên sông. Các số liệu mực nước tại trạm Mỹ Thuận và Sa Đéc qua các năm cho thấy chênh lệch mực nước lũ và mùa khô lên là rất lớn. Do đó áp lực thấm tác động theo hướng ra sông rất lớn có thể là nguyên nhân dẫn đến mất ổn định mái dốc.

Đặc điểm cấu tạo địa chất bờ sông Cái Lân tại khu vực nghiên cứu được tham khảo theo tài liệu khảo sát địa chất của công trình cầu Ông Bích tại xã Tân Hưng, huyện Cái Bè, tỉnh Tiền Giang, hố khoan số 01 (Công ty Cổ phần Địa chất Nam bộ, 2017). Dao

động mực nước được tính toán từ số liệu 2005-2019 được xem xét và đánh giá với giả thuyết dao động mực nước trong phạm vi tầng địa chất yếu tạo ra "hàm ếch" là nguyên nhân gây sạt lở.

3.4.2. Ảnh hưởng của dòng chảy

Số liệu được tính toán từ kết quả đo vận tốc và kết quả thí nghiệm cấp phối hạt của bùn cát đáy sông được phân tích để đánh giá mức độ ảnh hưởng của dòng chảy thông qua so sánh vận tốc thực đo và vận tốc không xói cho phép của lòng dẫn. Dựa vào kết quả thí nghiệm thành phần của 24 mẫu đất để xác định vận tốc không xói cho phép theo Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4118- và so sánh với kết quả đo vận tốc tại vị trí lấy mẫu đất.

3.4.3. Ảnh hưởng của sóng tàu

Thiết bị đo sóng đo được thời gian, chiều cao và chu kỳ sóng. Xác định chiều cao sóng theo lý thuyết với chiều cao sóng, chu kỳ sóng và độ sâu nước tính toán đã biết. Từ đó xác định áp lực sóng tác dụng lên công trình (khi sóng tác dụng vào và sóng rút) được

xác định theo Tiêu chuẩn TCVN 8421:2010 (chi tiết tính toán không trình bày).

3.5. Phân tích ổn định bờ sông

Ổn định bờ sông được phân tích theo phương pháp trượt cung tròn như sau:

$$K_{at} = \frac{\sum [C \times L \times \cos \alpha + W \times \tan \varphi]}{\sum W \times \sin \alpha} \quad (3)$$

Trong đó, C là lực dính của đất trong phạm vi chiều dài cung trượt L ; W là khối lượng mỗi mảnh; α là góc nghiêng của mặt trượt phân bố với mặt nằm ngang; φ là góc nội ma sát của đất. Khi tính toán ổn định trượt trong cùng điều kiện hệ số an toàn về ổn định K_{at} trong QCVN 04-05:2012/BNNPTNT. Theo đó, các quy định chủ yếu về thiết kế công trình thủy lợi cho phép khi đánh giá ổn định mái bờ hệ số an toàn nhỏ nhất xảy ra các trường hợp sau: hệ số an toàn nhỏ nhất $K_{at} \geq 1,15$ nền đất ven sông ổn định; hệ số an toàn nhỏ nhất $K_{at} < 1,15$ nền đất ven sông không ổn định. Bảng 2 liệt kê các trường hợp tính toán ổn định tại các mặt cắt cụ thể trên sông Cái Lân.

Bảng 2. Trường hợp tính toán ổn định

Trường hợp tính toán	Mặt cắt	Mực nước lớn nhất	Mực nước nhỏ nhất			
		MNLN	MNNN	ALS	TT	ALT
1	1-1÷6-6	x	-	-	-	-
2	1-1÷6-6	-	x	-	-	-
3	1-1÷6-6	-	-	x	-	-
4	1-1÷6-6	-	-	-	x	-
5	1-1÷6-6	-	-	-	-	x
6	1-1÷6-6	-	x	x	x	x

Ghi chú: MNLN: Mực nước lớn nhất; MNNN: Mực nước nhỏ nhất; ALS: Áp lực sóng tác dụng lên mái bờ; TT: tải trọng tác dụng lên bờ; ALT: Áp lực thấm trong bờ.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Thực trạng sạt lở sông Cái Lân

Tuyến sông Cái Lân là ranh giới tiếp giáp của hai tỉnh Đồng Tháp và Tiền Giang. Vài năm trở lại đây xuất hiện tình trạng sạt lở cả hai phía bờ sông ngày càng nghiêm trọng đã gây thiệt hại tài sản và đe dọa đến tính mạng của các hộ dân sống ven theo tuyến sông này. Khảo sát thực tế ở khu vực nghiên cứu khoảng 4,4 km từ ngã ba Rạch Dầu đến cầu Ngã Bảy có nhiều đoạn bị ăn sâu vào bờ. Hiện nay tình hình sạt lở đất trên bờ sông Cái Lân hết sức phức tạp, vì vậy việc đánh giá mức độ diễn biến sạt lở đất trong khu vực nghiên cứu cần dựa trên so sánh với các tài liệu trong quá khứ cũng như đánh giá mức độ gây

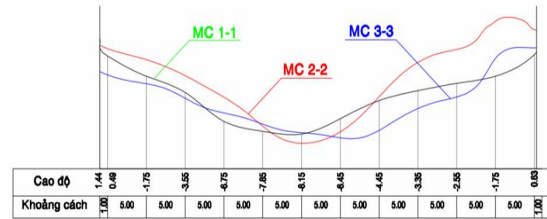
tổn thương đến dân cư và các hoạt động kinh tế - xã hội. Nghiên cứu sạt lở bờ sông Cái Lân là tiền đề cho việc đánh giá nguyên nhân và đề xuất các giải pháp cụ thể tại khu vực nghiên cứu. Theo các báo cáo về lún sụt đất và xói lở vùng ĐBSCL ghi nhận nguyên nhân sạt lở bờ sông ở ĐBSCL bao gồm dòng chảy, địa chất lòng sông, phát triển nhiều hồ chứa thượng lưu, khai thác cát, phát triển hạ tầng ven sông và hoạt động giao thông thủy (Bộ Nông nghiệp và PTNT, 2018). Qua khảo sát thực tế ở bờ sông Cái Lân, nghiên cứu này sẽ tập trung tìm hiểu những nguyên nhân chính gây ra sạt lở bờ sông Cái Lân gồm có: (i) cấu tạo địa chất và dao động mực nước; (ii) dòng chảy có vận tốc lớn hơn vận tốc cho phép không xói

của lòng dẫn; và (iii) sóng tàu thuyền chạy trên sông gây nên.

4.2. Kết quả đo mặt cắt và vận tốc

4.2.1. Kết quả đo mặt cắt

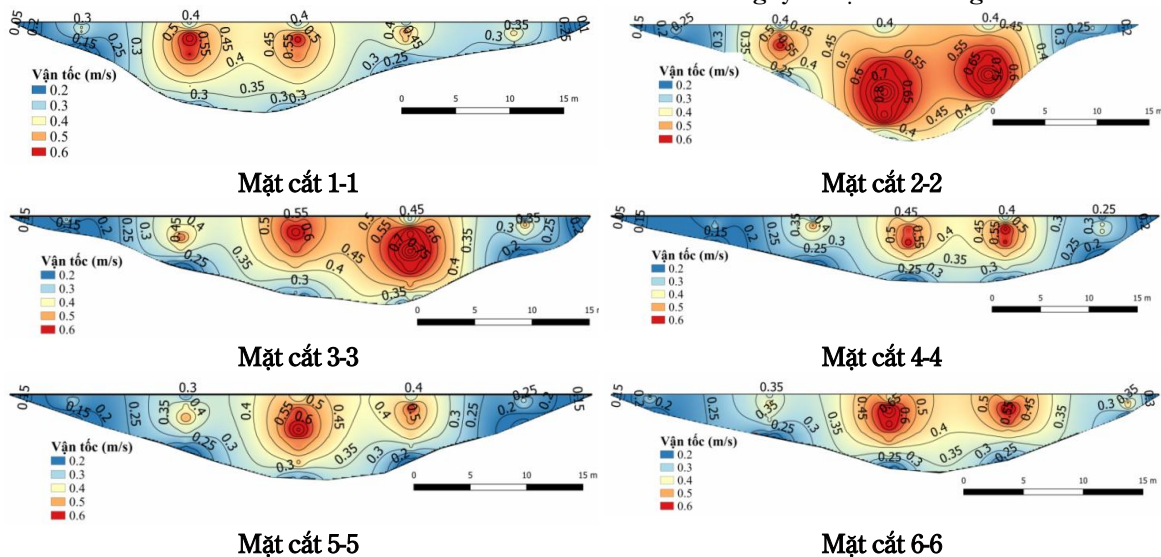
Kết quả đo mặt cắt sông cho thấy tại những vị trí sông cong, đáy sông có khuynh hướng đi vào bờ. Do vậy, theo thời gian dòng chảy có thể gây xói lở mái dốc, tạo thành những "hàm ếch" tại vị trí bờ sông nằm trong dao động của mực nước thủy triều. Mặt cắt tại vị trí sông cong được thể hiện trên hình 4. Từ hình 4 ta thấy, tại khu vực nghiên cứu có vị trí sông cong ở MC 1-1, MC 2-2 (cong về bên trái) và MC 3-3 (cong về bên phải) (Hình 1). Tại các vị trí cong này mặt cắt kênh có xu hướng lệch tâm về phía cong ảnh hưởng trực tiếp đến vận tốc dòng chảy.



Hình 4. So sánh mặt cắt tại vị trí sông cong

4.2.2. Kết quả đo vận tốc

Từ kết quả đo vận tốc dòng chảy tại khu vực nghiên cứu và kết quả nội suy vận tốc từ kết quả đo tại các thủy trực của sáu mặt cắt được thể hiện trên hình 5. Từ hình 5, ta thấy tại vị trí sông thẳng, vận tốc phân bố đối xứng, vận tốc lớn nhất nằm ở giữa sông (mặt cắt 4-4, 5-5 và 6-6). Tại vị trí sông cong (mặt cắt 1-1, 2-2 và 3-3), biểu đồ phân bố vận tốc bị lệch tâm, tạo ra dòng chảy xiên với vận tốc lớn nhất gần bờ, có thể dẫn đến nguy cơ sạt lở bờ sông cao.



Hình 5. Phân bố vận tốc tại sáu mặt cắt của đoạn sông nghiên cứu

4.2.3. Kết quả đo dao động mực nước

Từ số liệu thực đo tại bờ sông Cái Lân vào 4 ngày: 13/5/2020, 14/5/2020, 15/5/2020 và 16/5/2020. Ngày 13/5/2020 có $H_{\max} = +177$ cm, $H_{\min} = 45$ cm và có biên độ triều là 132 cm - thay đổi lớn nhất trong 7 giờ. Sự dao động này có khả năng gây mất ổn định bờ sông cao nhất.

4.2.4. Kết quả tính toán tương quan

Để xác định ảnh hưởng của dao động mực nước sông đến mực nước ngầm và do đó ổn định của bờ sông, tương quan mực nước tại các trạm được đánh giá để làm cơ sở xác định mức độ dao động mực

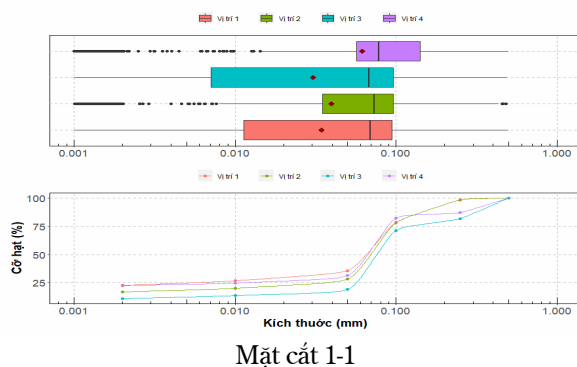
nước (m/giờ). Do không có số liệu quan trắc tại đoạn sông nghiên cứu, tương quan mực nước các trạm Mỹ Thuận và Sa Đéc được xác định và từ đó nội suy được mực nước tại sông Cái Lân (số liệu từ năm 2005-2019). Kết quả cho thấy, ngày 18/01/2019 có biên độ triều lớn nhất là 285 cm với $H_{\max} = +95$ cm và $H_{\min} = -190$ cm được chọn để đánh giá. Do chế độ triều ở ĐBSCL chủ yếu theo chế độ bán nhật triều không đều nên khoảng cách giữa lúc triều cao nhất và triều thấp nhất trung bình khoảng 7 giờ. Do đó, dao động mực nước tại sông Cái Lân được ước tính trung bình khoảng 40 cm/giờ.

Từ số liệu quan trắc theo sơ đồ như hình 3, quan hệ giữa mực nước ngầm (vị trí 2) và mực nước sông (vị trí 3) được thiết lập theo phương trình: $y=1,1661x+0,1902$ ($R^2=0,91$), với y và x lần lượt là mực nước ngầm (vị trí 2) và mực nước sông (vị trí 3). Từ phương trình trên, kết hợp kết quả nội suy mực nước tại sông Cái Lân (2015-2017), quan hệ mực nước trong 15 năm (2005-2019) được xác định và từ đó tính được dao động lớn nhất (cm/giờ). Kết quả dao động mực nước được sử dụng làm cơ sở đánh giá nguyên nhân (ảnh hưởng) của dao động mực nước đến ổn định bờ sông. Kết quả tương quan mực nước sẽ là cơ sở bước đầu trong tính toán ổn định bờ sông.

4.3. Phân tích ảnh hưởng của các yếu tố đến ổn định bờ sông

4.3.1. Yếu tố cấu tạo địa chất

Đặc điểm cấu tạo địa chất khu vực nghiên cứu được tham khảo từ tài liệu khảo sát địa chất của công trình cầu Ông Bích, xã Tân Hưng, huyện Cái Bè, tỉnh Tiền Giang tại hố khoan số 01 (Công ty Cổ phần Địa chất Nam bộ, 2017) (Hình 6). Từ hình 6 ta thấy, cấu tạo địa chất bờ sông Cái Lân có thành phần chủ yếu là lớp bùn sét pha cát, bùn cát pha sét ở trạng thái nhão và dẻo mềm. Lớp đất thứ 1 và lớp đất thứ 2 với trạng thái dẻo mềm và nhão và nằm trong giới hạn dao động mực nước. Do đó, dưới tác động của dao động mực nước do triều và sóng do tàu, cùng với dòng chảy lệch tâm (tại đoạn sông cong) thì khả năng sẽ tạo ra các lỗ hổng và ngày càng bị khoét sâu. Hiện tượng này diễn ra trong thời gian dài sẽ tạo ra những "hàm ếch" dẫn đến mất ổn định bờ sông. Ngoài ra, do cấu tạo địa chất của lớp đất thứ 2 là bùn sét, bùn cát pha sét ở trạng thái nhão nên khả năng các cung trượt dưới tác động của nhiều yếu tố có thể xảy ra tại lớp đất này.

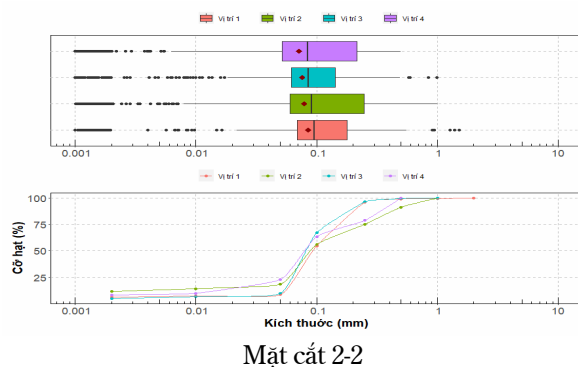


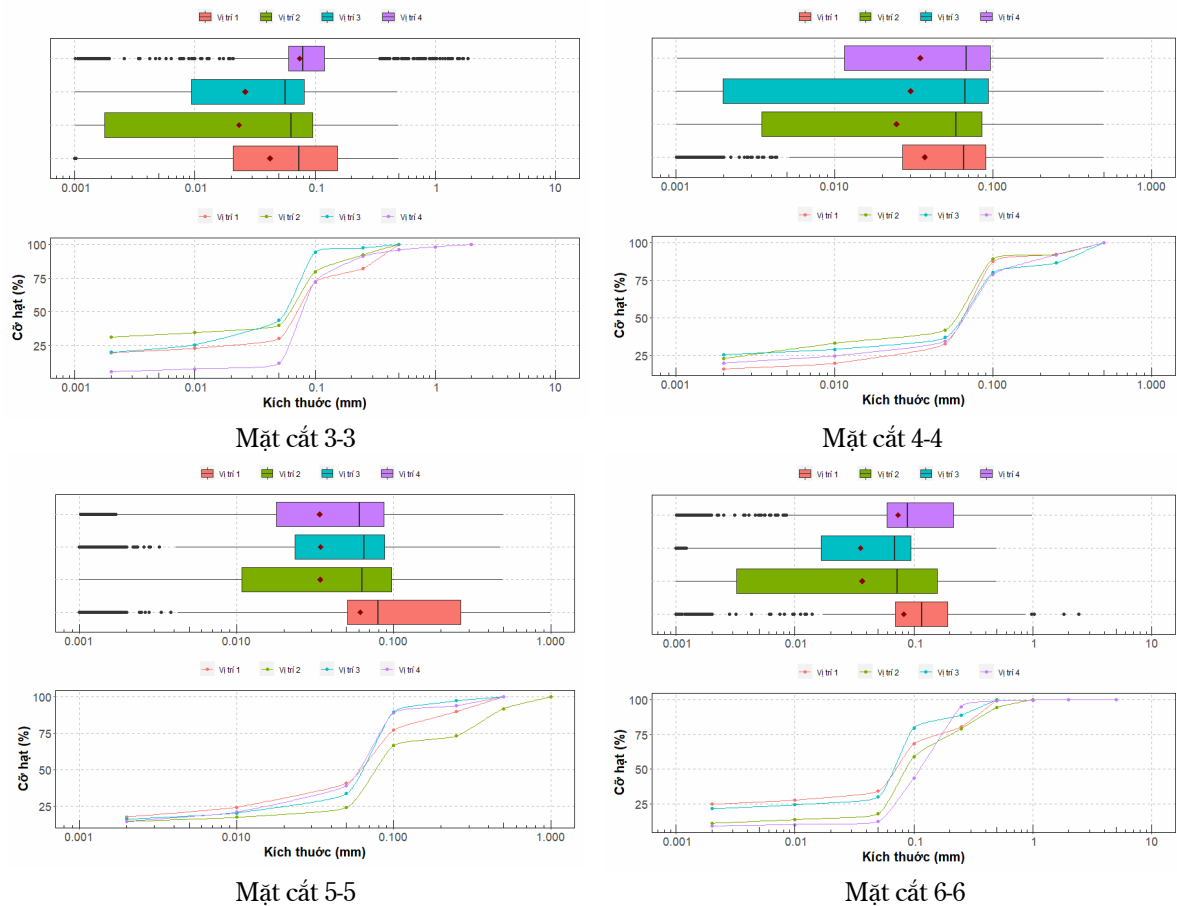
Hình 6. Hiện trạng địa chất bờ sông Cái Lân bị tác động bởi mực nước

4.3.2. Yếu tố thủy văn (vận tốc dòng chảy)

Kết quả thí nghiệm cấp phối của 24 mẫu đất tại sáu mặt cắt được thể hiện trên hình 7. Từ hình 7 và hình 5 ta thấy vận tốc dòng chảy nhỏ hơn vận tốc không xói cho phép tương ứng với đường kính cỡ hạt theo TCVN 4118-2012. Vì vậy vận tốc dòng chảy trong thời gian đo không có khả năng vận chuyển bùn cát đáy sông, và do đó không ảnh hưởng đến ổn định bờ sông.

Về thành phần cấp phối hạt, nhìn chung thành phần hạt có đường kính phân bố từ 0,002 mm đến 1,0 mm tại các vị trí mặt cắt. Đường cấp phối hạt là một đường cong có độ dốc vừa phải và tương đối đều. Tuy nhiên, tại các vị trí có vận tốc lớn sát mép bờ từ 0,3 m/s đến 0,60 m/s (vị trí thường xuyên xảy ra tình trạng sạt lở - Hình 6) thành phần hạt có đường kính tập trung từ 0,05 mm đến 0,1 mm tại các vị trí 3-4 (MC 1-1), 1-2 (MC 2-2), 3-4 (MC 3-3), 1-2 (MC 4-4), 1-2 (MC 5-5). Đặc biệt tại vị trí 1-2 (MC 6-6), thành phần hạt có đường kính tập trung từ 0,1 mm đến 0,25 mm. Vận tốc lòng sông lớn kết hợp với địa hình dòng sông cong làm thay đổi áp lực nước tác động trực tiếp đến hai bên bờ rất phức tạp. Do đó cần có thêm khảo sát vận tốc theo hai phương để đánh giá chính xác khả năng vận chuyển bùn cát và do đó gây mất ổn định bờ sông.





Ghi chú: Vị trí 1 cách bờ phải khoảng 5 m; vị trí 2 cách bờ phải khoảng 12-15m; vị trí 3 cách bờ trái khoảng 5 m; vị trí 4 cách bờ trái khoảng 12-15m. Ký hiệu $\blacklozenge$: thể hiện đường kính trung bình (mm).

Hình 7. Đường cấp phối hạt tại sáu mặt cắt

4.3.3. Yếu tố sóng tàu

Trên cơ sở lý thuyết đã trình bày, kết quả tính sóng theo Tiêu chuẩn TCVN 9901-2014 và áp lực

sóng tác dụng lên công trình (khi sóng tác dụng vào và sóng rút) được xác định theo Tiêu chuẩn TCVN 8421:2010 được trình bày trong bảng 3 và 4.

Bảng 3. Kết quả tính toán áp lực sóng trên sông Cái Lân

k_s	k_t	P_{icl}	γ (kG/m^3)	g (m/s^2)	H_s (m)	L_s (m)	Z_2 (m)	Z_3 (m)	0,4P		0,1P		P (kPa)
									L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L4 (m)	
1,13	1	3,7	1000	9,81	0,1264	0,3486	0,12	0,13	0,01	0,02	0,02	0,05	5,19

Bảng 4. Kết quả tính toán áp lực sóng âm trên sông Cái Lân

	k_s	k_t	γ (kG/m^3)	g (m/s^2)	H_s (m)	P_{crl}	P_c (kPa)
1	1,13	1	1000	9,81	0,1264	0,150	0,2
2	1,13	1	1000	9,81	0,1264	0,195	0,3
3	1,13	1	1000	9,81	0,1264	0,165	0,3

Sông Cái Lân không chỉ mang lại nguồn nước tưới tiêu, tháo rửa môi trường, tạo không gian cho cuộc sống, mà còn là tuyến lưu thông hàng hóa của huyện. Trước sự tăng trưởng về kinh tế - xã hội, việc lưu thông hàng hóa và con người là hết sức cần thiết vì vậy sự gia tăng về số lượng và tốc độ của các loại tàu, ghe cho nên tuyến giao thông thủy trên sông Cái Lân cũng bị ảnh hưởng bởi tàu, ghe qua lại. Hoạt

động của tàu thuyền, đặc biệt những phương tiện có tải trọng lớn hoặc vận tốc lớn có nhiều nguy cơ gây sạt lở bờ sông. Dưới đây là những khoảnh khắc ghi nhận tại một thời điểm ngẫu nhiên, có thể dễ dàng bắt gặp 2 - 3 chiếc ghe, tàu có tải trọng lớn cùng chạy trên một đoạn sông.

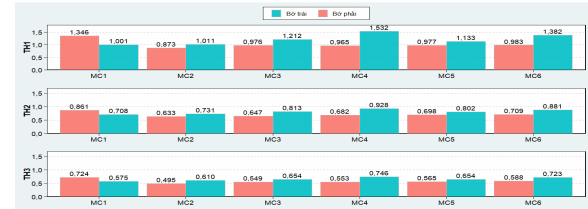
Chiều rộng sông Cái Lân trung bình từ 50 – 65 m, độ sâu trung bình từ 8 – 10 m. Đối với các loại tàu hoặc ghe, xà lan lớn khi chạy trên sông Cái Lân ngoài sóng tạo ra do tàu thì bản thân nó tạo ra một dòng chảy xoắn, dòng chảy này hết sức nguy hiểm gây ra hiện tượng sạt lở, đào xói lòng dẫn sông. Mặt khác, ở nhiều đoạn do quá trình tàu ghe cập bến, rời bến, chân vịt của ghe tàu cũng tạo nên những ảnh hưởng rất lớn đối với việc xói lòng dẫn.

Khi tàu ghe chạy trên sông rạch cũng giống như dòng chảy bao quanh một vật thể cố định trong lòng dẫn. Dọc hai bên bờ sông Cái Lân phần lớn bị ảnh hưởng của sóng tàu nên trên mặt bằng thường có nhiều chỗ lồi, lõm. Mặt khác do mực nước thường biến đổi theo triều, nên sóng tàu có những tác dụng liên tục và tùy theo mức độ lưu thông của tàu trên sông. Mật độ lưu thông tàu thường vào buổi sáng, cũng có thể buổi chiều, khi các ghe thuyền chờ hàng và trở về sau khi giao hàng... Những tác động do chạy tàu có nhiều yếu tố, nhưng ảnh hưởng do chạy tàu có thể kể tới là do sóng vỗ bờ.

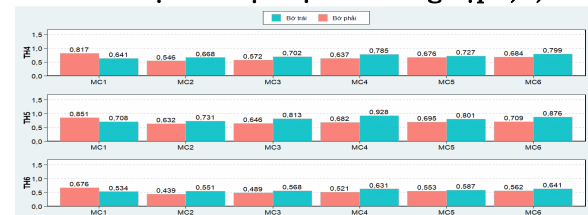
4.3.4. Kết quả kiểm tra ổn định

Kết quả kiểm tra ổn định được thể hiện trên hình 8 và 9. Từ hình 8 và 9, ta thấy: TH1: khi mực nước lớn nhất, hệ số an toàn tại tất cả các mặt cắt khá cao ($K_{at} = 0,813 - 1,532$) nên bờ sông tương đối ổn định. TH2: khi mực nước nhỏ nhất, hệ số an toàn giảm đáng kể so với TH1 ($K_{at} = 0,633 - 0,928$) nên với trường hợp này bờ sông có khả năng bị mất ổn định. TH3: khi có áp lực sóng tác động lên mái bờ (khi sóng rút) có thể gây ra hiện tượng xói mái bờ (sóng rút mang theo các hạt đất của mái bờ) và hệ số an toàn tính toán được trong trường hợp này khá thấp. TH4: khi có tải trọng tác dụng lên bờ sông, hệ số K_{at} tính được là thấp nhất trong tất cả các trường hợp xem xét ($K_{at} = 0,546 - 0,817$). Vì vậy, có thể thấy rằng gia tải trên bờ sông là một trong những nguyên nhân chính gây mất ổn định sông Cái Lân. TH5: khi có dòng thấm do chênh lệch mực nước sông (do triều) và mực nước ngầm trong bờ, hệ số an toàn thay đổi đáng kể khi mực nước giảm (trung bình K_{at} giảm 30,8% trong 7 giờ). Do đó, dao động mực nước cũng là một trong những nguyên nhân chính gây ra mất ổn định bờ sông. TH6: khi bờ

sông chịu tác động của tất cả các yếu tố trên cho thấy bờ sông mất ổn định nghiêm trọng với hệ số an toàn rất thấp ($K_{at} = 0,439 - 0,676$).



Hình 8. Hệ số ổn định tại các trường hợp 1, 2, 3



Hình 9. Hệ số ổn định tại các trường hợp 4, 5, 6

5. KẾT LUẬN

- Tại vị trí sông cong, đáy sông có khuynh hướng đi vào bờ. Do vậy, theo thời gian dòng chảy có thể gây xói lở mái dốc, tạo thành những "hàm ếch" tại vị trí bờ sông nằm trong dao động của mực nước thủy triều. Vận tốc dòng chảy tại vị trí sông cong có biểu đồ phân bố vận tốc bị lệch tâm, tạo ra dòng chảy xiên với vận tốc lớn nhất gần bờ, có thể dẫn đến nguy cơ sạt lở bờ sông cao.

- Cấu tạo địa chất bờ sông Cái Lân có thành phần chủ yếu là lớp đất sét màu nâu, lớp đất màu xám nâu và lớp sét màu nâu vàng. Lớp đất thứ 1 và lớp đất thứ 2 với trạng thái dẻo mềm và nhão và nằm trong giới hạn dao động mực nước. Do đó, dưới tác động của dao động mực nước do triều và sóng do tàu, cùng với dòng chảy lệch tâm (tại đoạn sông cong) thì khả năng sẽ tạo ra các lỗ hổng và ngày càng bị khoét sâu. Hiện tượng này diễn ra trong thời gian dài sẽ tạo ra những "hàm ếch" dẫn đến mất ổn định bờ sông. Ngoài ra, do cấu tạo địa chất của lớp đất thứ 2 là bùn sét, bùn cát pha sét ở trạng thái nhão nên khả năng các cung trượt dưới tác động của nhiều yếu tố có thể xảy ra tại lớp đất này.

- Kết quả phân tích cấp phối cho thấy vận tốc dòng chảy nhỏ hơn vận tốc không xói cho phép tương ứng với cỡ hạt theo TCVN 4118-2012. Vì vậy lòng sông ít có khả năng bị bào mòn do vận chuyển bùn đáy theo dòng chảy. Tuy nhiên, cần có thêm khảo sát vận tốc theo hai phương để đánh giá chính xác khả năng vận chuyển bùn cát và do đó gây mất ổn định bờ sông.

- Trường hợp khi có tải trọng tác dụng lên bờ sông (TH4) có hệ số K_{at} thấp nhất trong tất cả các trường hợp xem xét. Vì vậy, có thể thấy rằng gia tải trên bờ sông là một trong những nguyên nhân chính gây mất ổn định sông Cái Lân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ban Chỉ huy PCTT&TKCN huyện Cái Bè, 2019. Báo cáo tình hình sạt lở trên địa bàn huyện Cái Bè. Ban Chỉ huy Phòng chống thiên tai - Tìm kiếm cứu nạn (PCTT&TKCN) huyện Cái Bè.
2. Bộ Nông nghiệp và PTNT, 2018. Báo cáo về lún sụt đất và xói lở vùng ĐBSCL.
3. Công ty Cổ phần Khảo sát địa chất Nam bộ, 2017. Báo cáo địa chất công trình cầu Ông Bích, cầu Ngã Mướp.
4. Lê Mạnh Hùng, Đinh Công Sản, Lê Thanh Chương, Nguyễn Tuấn Long, Trần Bá Hoàng, Trương Ngọc Tường, Lâm Đạo Nguyên, Phạm Bách Việt và Đỗ Văn Khiết, 2001. Báo cáo tóm tắt Dự án NCKH cấp Nhà nước: "Nghiên cứu dự báo phòng chống xói lở bờ sông Cửu Long".
5. Phòng Kinh tế và Hạ tầng huyện Cái Bè, 2020. Tình hình bố trí dân cư, nhà cửa ven sông 2016-2019.
6. Quy chuẩn Việt Nam QCVN 04 - 05 : 2012/BNNPTNT - Các quy định chủ yếu về thiết kế công trình thủy lợi.
7. Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Tiền Giang, 2020. Báo cáo về tình hình xử lý sạt lở bờ sông, bờ biển trên địa bàn tỉnh (tháng 6/2020).
8. Tiêu chuẩn 14TCN 141-2005. Quy phạm đo vẽ mặt cắt, bình đồ địa hình công trình thủy lợi.
9. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2737-1995. Tải trọng tác động - Tiêu chuẩn thiết kế.
10. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4118-2012. Công trình thủy lợi – Hệ thống tưới tiêu – Yêu cầu thiết kế quy định về vận tốc không xói cho phép.
11. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4198:2014. Về đất xây dựng - các phương pháp xác định thành phần hạt trong phòng thí nghiệm.
12. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8304-2009. Công tác thủy văn trong hệ thống thủy lợi.
13. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8421-2010. Công trình thủy lợi – tải trọng và lực tác dụng lên công trình do sóng và tàu.
14. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2008. Tài liệu thủy văn Tiền Giang 2000-2007.

IMPACTS OF HYDROGEOLOGICAL AFFECTING FACTORS ON THE STABILITY OF CAI LAN RIVERBANK: A CASE STUDY AT CAI LAN RIVER, CAI BE DISTRICT, TIEN GIANG PROVINCE

**Le Hai Tri, Đinh Thuan Thanh, Le Thi Cam Linh,
Le Huu Thinh, Tran Van Ty**

Summary

The objective of this study is to assess the impacts of affecting factors on the stability of Cai Lan river bank in Cai Be district, Tien Giang province. Hydrological affecting factors were determined by field survey and measurement, including measurement of cross-sections and corresponding flow velocity, wave and water level (surface and groundwater); and analysis of grain-size distribution of riverbed sediment along the studied area and corresponding measured flow velocity that was interpolated for each cross-sections. The results show that at the meandering location, the riverbed tends to come to the riverbank corresponding to the eccentricity of flow velocity at each cross-section. In addition, the geological structure is composed mainly of soft clay layer, with the first layer being in soft state placed within the water level fluctuations; so under the impacts of water level fluctuations by tides and waves caused by ships, along with eccentric flow, there is a possibility of creating "frog jaws" leading to instability of riverbanks. The results of grain-size distribution analysis show that the flow velocity is smaller than the permissible non-erosion velocity corresponding to the particle size according to TCVN 4118-2012. Therefore, the riverbed is unlikely to be eroded by riverbed sediment transport. However, a two-dimension velocity survey is needed to accurately assess the sediment transport capacity and thus destabilize the riverbank. Case 4 (when surcharge load is applied on the river bank) has the lowest K_{at} among all considered cases ($K_{at} = 0.546 - 0.817$). Thus, it can be concluded that surcharge load on the river bank is one of the main factors causing the instability of Cai Lan river.

Keywords: *Flow velocity, water level fluctuation, wave, grain-size distribution, Cai Lan river.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Thống

Ngày nhận bài: 30/10/2020

Ngày thông qua phản biện: 30/11/2020

Ngày duyệt đăng: 7/12/2020