

Ảnh hưởng của tải trọng đến ổn định bờ sông Ông Chường, tỉnh An Giang

Cù Ngọc Thắng¹, Phạm Hữu Hà Giang^{1*}, Lê Hải Trí¹, Nguyễn Phan Việt Anh¹

¹ Trường Bách Khoa, Đại học Cần Thơ, Khu II, Đường 3 Tháng 2, Quận Ninh Kiều, Thành Phố Cần Thơ, Việt Nam

TỪ KHOẢ

Đồng bằng sông Cửu Long
Sông Ông Chường
Tải trọng nhà
Tải trọng xe

TÓM TẮT

Hiện nay sạt lở bờ sông diễn biến phức tạp và đặc biệt nghiêm trọng tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Bài báo trình bày kết quả đánh giá từ việc khảo sát thực địa và mô hình tính toán ổn định bờ sông bằng phương pháp phần tử hữu hạn; trong đó các trường hợp thực tế và giả định được tính toán tại bốn vị trí mặt cắt bờ sông (MC1, MC2, MC3, MC4). Kết quả nghiên cứu cho thấy bờ sông Ông Chường hiện nay đã không đảm bảo an toàn và tải trọng xe là một trong những nguyên nhân chính gây nên tình trạng trên, từ vị trí MC1 đến vị trí MC3 hệ số an toàn tương đối thấp, đặc biệt đối với trường hợp mực nước thấp nhất (hệ số an toàn, FS = 0,84 - 0,94). Kết quả này phù hợp với kết quả khảo sát hiện trạng. Tại vị trí MC2 vẫn đảm bảo an toàn tại các trường hợp xe đúng với tải trọng xe thiết kế (FS = 1,26 - 1,15), tuy nhiên nếu giả định các trường hợp xe quá tải (từ 1,5 đến 2,0 lần tải trọng xe thiết kế) thì MC2 sẽ không còn đảm bảo điều kiện an toàn (hệ số an toàn từ 1,09 đến 1,05). Riêng đối với MC4, hệ số an toàn cao và đảm bảo an toàn tại tất cả các trường hợp tính toán.

KEYWORDS

Mekong Delta
Ong Chuong river
House load
Vehicle load

ABSTRACT

Riverbank landslide is complicated and especially serious in the Mekong Delta. The paper presents the evaluation results based on the field survey and the stability analysis model of riverbank by the Finite Element Method (FEM) for the real and hypothetical cases at four cross-sections of the riverbank (MC1, MC2, MC3, MC4). The results show that Ong Chuong River is prone to landslides and vehicle load is one of the main causes of this situation, from MC1 to MC3 the factor of safety is relatively low, especially for the case of the lowest water level (the factor of safety, FS = 0,84 - 0,94). This result is consistent with the field survey results. At MC2, FS is still ensured in cases of the designed vehicle load (FS = 1.26 - 1.15); however, if the vehicle overload is assumed (from 1,5 to 2.0 times the designed vehicle load), MC2 will no longer ensure safety (FS = 1.09 - 1.05). Particularly for MC4, the safety factor is high and ensures safety in all the calculation cases.

1. Giới thiệu

Sạt lở bờ sông là một trong những mối nguy hiểm lớn và khó lường diễn ra hằng ngày trên toàn thế giới. Cơ chế về sạt lở đất ven bờ sông có thể tóm gọn trong hai quá trình xói mòn thủy lực phía dưới do dòng chảy của sông, kênh và sự xói mòn phía trên do sự phong hóa và suy yếu của bờ mái bờ sông [1].

Theo khảo sát của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2017) [2], Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có 562 điểm với tổng số 786 km sạt lở bờ sông, bờ biển. Trong đó, có 55 điểm, với 173 km sạt lở đặc biệt nguy hiểm; 140 điểm với 97 km sạt lở nguy hiểm và 367 điểm với 516 km sạt lở bình thường. Sạt lở bờ sông, kênh rạch ở ĐBSCL diễn ra ngày một nghiêm trọng, gây thiệt hại không hề nhỏ cho người dân, đất đai, nhà cửa, tài sản, v.v... Hiện tượng xói lở xảy ra ở các khu dân cư, đường giao thông, công trình công cộng đe dọa đến tính mạng và tài sản của cộng đồng dân cư. Diễn biến đường bờ từ năm 1989 đến 2014 ở khu vực sông Tiền và sông Hậu có cả xu thế bồi lắng và xói lở, trong đó sông Tiền xói lở nhiều hơn sông Hậu và bồi tụ mạnh ở khu

vực cửa sông. Tốc độ thay đổi đường bờ trung bình hàng năm giai đoạn 1989 - 2014 là -0,2 m/năm cho khu vực sông Tiền, 0,5 m/năm cho sông Hậu, -0,4 m/năm [3]. Sạt lở bờ sông Hậu đoạn chảy qua tỉnh An Giang trong giai đoạn này từ năm 2010-2019 xảy ra trên diện rộng, xuất hiện trong cả hai mùa. Biến động bờ sông Hậu hiện nay so với trước đây có sự khác biệt lớn: Quá trình sạt lở bờ sông đang ngày càng ưu thế, phổ biến với cường độ mạnh, gia tăng nhanh, phức tạp và xảy ra nhiều vào mùa kiệt. Đồng thời, nguyên nhân gây xói lở bờ sông Hậu đoạn chảy qua tỉnh An Giang đã được xác định là do đặc điểm thủy văn, chế độ dòng chảy, cấu tạo địa chất, thổ nhưỡng và quá trình thay đổi hình thái lòng dẫn sông [4].

Nghiên cứu ổn định bờ sông được xem là một trong những nghiên cứu quan trọng và phức tạp nhất do tác động qua lại giữa các yếu tố hình học, thủy lực và hình thái lòng sông. Các nguyên nhân chính gây nên tình trạng sạt lở bờ sông là tổ hợp của các yếu tố khác như góc nghiêng của mái dốc [5], địa chất yếu [6-7-8] dao động mực nước sông [9], giao thông vận tải đường thủy, tác động của sóng và thủy triều, nạo vét lòng sông và đắp nền đường và tải trọng nhà, xe sát bờ sông [7-8].

*Liên hệ tác giả: phhgiang@ctu.edu.vn

Nhận ngày 04/10/2023, sửa xong ngày 22/11/2023, chấp nhận đăng 29/11 /2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.02.2024.603>

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Vị trí nghiên cứu

Địa điểm nghiên cứu là một đoạn đường thuộc đường tỉnh 946 với điểm đầu là UBND xã Hòa An, huyện Chợ Mới và điểm cuối là đường tỉnh 942, thị trấn Chợ Mới thuộc tỉnh An Giang với chiều dài của tuyến đường là 30,8 km nằm cặp bờ rạch Ông Chường thuộc xã Long Kiến, huyện Chợ Mới, tỉnh An Giang. Rạch Ông Chường có hình dạng uốn khúc, chảy theo hướng Đông Bắc – Tây Nam, dài 23 km, chiều rộng mặt sông chừng từ 80 m đến 100 m (dao động theo mùa), sâu chừng 8 m. Địa hình tương đối bằng phẳng, cao độ mặt đất tự nhiên thay đổi từ 0,8 m đến 1,5 m, có nhiều dân cư sinh sống dọc bên bờ đê. Cao độ cao nhất (mặt đê): +3,39 ÷ 3,45, cao độ thấp nhất (đáy sông): - 5,18 ÷ -9,22.



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Thu thập thông tin các phương tiện lưu thông qua vị trí nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, việc thu thập số lượng phương tiện bằng phương pháp đếm số phương tiện lưu thông trên 01 ngày đêm nhằm xác định số lượng phương tiện và các loại phương tiện lưu thông qua khu vực nghiên cứu. Việc xác định loại xe có tải trọng dọc trục lớn nhất được tính toán theo TCCS 38-2022 [10] và được quy đổi về xe có tải trọng trục tiêu chuẩn như sau:

$$N = \sum_{i=1}^k C_1 \cdot C_2 \cdot n_i \cdot \left(\frac{P_i}{P_{tt}}\right)^{4,4}$$

Trong đó: N là tổng số trục xe quy đổi từ loại trục xe khác nhau về trục tính toán sẽ thông qua đoạn đường thiết kế trong một ngày đêm trên cả 2 chiều (trục/ngày/đêm); n_i là số lần tác dụng của loại tải trọng trục i; p_i là trọng lượng trục cần được quy đổi; p_{tt} là trọng lượng trục tiêu chuẩn. C₁ là hệ số trục được xác định theo công thức C₁ = 1 + 1,2 (m-1). Với m là số trục của cụm trục i, C₂ là hệ số xét đến tác dụng của số bánh xe trọng 1 cụm bánh: với cụm bánh chỉ có 1 thì lấy C₂ = 6,4; với cụm bánh đôi (1 cụm bánh gồm 2 bánh) thì lấy C₂ = 1,0; cụm bánh có 4 bánh thì lấy C₂ = 0,38. Sau khi quy đổi tải trọng trục của các dạng xe trên đường về trục tiêu chuẩn tiến hành phân tích chọn xe có tải trọng trục lớn nhất tính toán ổn định. Trường hợp được tính toán là

trường hợp 2 xe có cùng tải trọng trục lớn nhất tác động đồng thời lên sự ổn định của bờ kênh trong cùng một thời điểm.

Bảng 1. Số lượng xe quan sát trong một ngày đêm (số liệu đã được xử lý) tại khu vực nghiên cứu.

Loại xe	Trọng lượng trục Pi (KN)		Lượng xe n _i (xe/ngày đêm)
	Trục trước	Trục sau	
1/ Xe con các loại			792
2/ Xe tải các loại			
Xe tải hạng nhẹ	18	56	132
Xe tải hạng trung (2 trục 6 bánh)	25,8	69,6	588
Xe tải hạng nặng (3 trục)	45,4	90	18
Xe tải hạng nặng (4 trục trở lên)	45,4	90	18

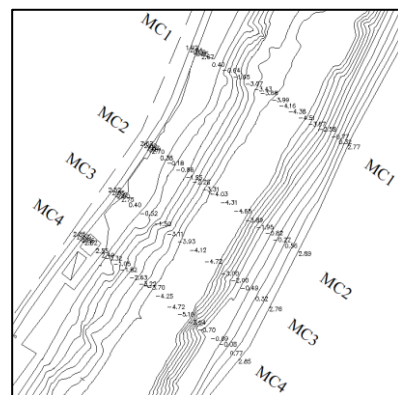
2.2.1.1.

2.2.1.2. 2.2.2. Xác định tính tải tại khu vực nghiên cứu

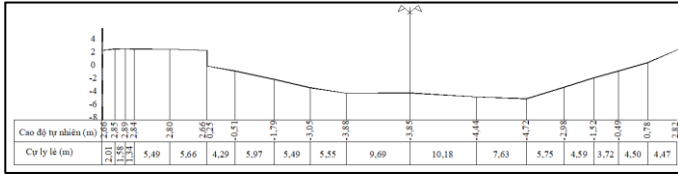
Tính tải trong khu vực được xác định gồm 2 tải từ bản thân các nhà dân xung quanh khu vực nghiên cứu và tính tải từ kết cấu đường truyền xuống. Việc xác định loại công trình nhà trong khu vực nghiên cứu được xác định bằng việc khảo sát thực tế ngoài hiện trường khu vực nghiên cứu và được tính toán lại theo TCVN 2737-1995 [11].

2.2.3. Xác định tính tải tại khu vực nghiên cứu

Địa chất nền tính từ trên mặt đất xuống đáy hố khoan phân bố cụ thể: lớp 1a: lớp đất mặt là sét màu xám nâu lẫn xà bần, đá 4 x 6. Lớp này có bề dày khoảng 0,5 mét; lớp 1: đất bụi nặng, dẻo trung bình lẫn thực vật màu xám nâu, trạng thái dẻo chảy. Lớp này có bề dày khoảng 1,30 mét; lớp 2: đất sét nặng, dẻo trung bình màu xám xanh, xám vàng, trạng thái dẻo mềm. Lớp này có bề dày khoảng 1,90 mét; lớp 3: bùn đất sét bình thường, dẻo trung bình màu xám xanh. Lớp này có bề dày khoảng 16,80 mét; lớp 4: đất cát pha bụi lẫn sét, dẻo thấp màu xám xanh, kết cấu chặt vừa.



Hình 2. Mặt cắt ngang bờ sông tại vị trí nghiên cứu.



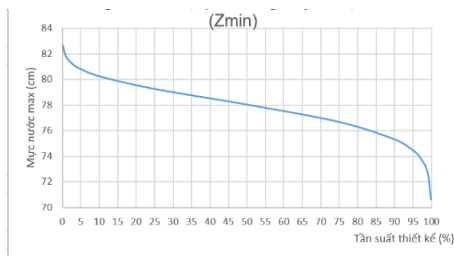
Hình 3. Mặt cắt ngang điển hình tại vị trí nghiên cứu.

Bảng 2. Các trường hợp thực hiện mô phỏng.

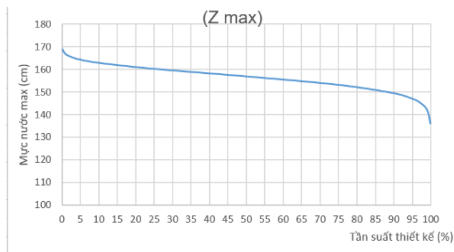
Lớp đất	Chiều dày lớp đất (m)	Dung trọng tự nhiên (g/cm ³)	Góc ma sát trong (độ)	Lực dính (kG/cm ²)
Lớp 1	1,30	1,74	6°13'	0,11
Lớp 2	1,90	1,84	08°35'	0,15
Lớp 3	16,80	1,65	05°08'	0,06
Lớp 4	> 10,00	1,83	24°02'	0,04

2.2.4. Thu thập số liệu thủy văn tại vị trí nghiên cứu

Do khu vực nghiên cứu nằm ở tỉnh An Giang (đầu nguồn sông Hậu và sông Tiền) nên chịu ảnh hưởng chi phối nguồn nước và các đặc điểm thủy văn phụ thuộc hoàn toàn vào sông Tiền và sông Hậu, mực nước cao nhất trong năm thường xuất hiện vào các tháng 9, 10, 11 và thấp nhất vào các tháng 4, 5 và tháng 6 chi tiết xem Hình 4 và Hình 5.



Hình 4. Mực nước min tương ứng với tần suất thiết kế sông Ông Chường.



Hình 5. Mực nước max tương ứng với tần suất thiết kế sông Ông Chường.

2.3. Mô hình hóa bằng phương pháp phân tử hữu hạn

Mức độ ổn định được đánh giá thông qua tính toán hệ số ổn định, được xác định theo phương pháp Bishop (1955) [12]:

$$K_{at} = \frac{\sum [C_i + W_i \times \cos \alpha_i \times tg \varphi_i]}{\sum W_i \times \sin \alpha} \quad (3)$$

Trong đó: C_i là lực dính của mảnh thứ i trong phạm vi chiều dài cung trượt; L_i là chiều dài cung trượt thứ i ; W_i là trọng lượng mảnh thứ i ; α_i là góc nghiêng của mảnh thứ i so với phương tại tâm trượt; φ_i là góc nội ma sát của mảnh thứ i .

Tiến hành mô phỏng các trường hợp nhằm phân tích sự ổn định cho công trình bao gồm các trường hợp theo Bảng 3. Hệ số ổn định tương ứng với các trường hợp tính tại 04 mặt cắt được tính toán và được so sánh với giá trị an toàn cho phép theo QCVN 04-05: 2022 [13].

Bảng 3. Các trường hợp tính toán ổn định bờ sông.

Trường hợp	Mặt đất tự nhiên	Tải trọng nhà	Tải trọng xe thiết kế	Tải trọng xe quá tải	Tải trọng xe quá tải thiết kế 1,5 lần	Tải trọng xe quá tải thiết kế 2,0 lần
TH 1	X	X				
TH 2	X	X	X			
TH 3	X	X		X		
TH 4	X	X			X	
TH 5	X	X				X

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá hiện trạng khu vực nghiên cứu

Rạch Ông Chường là một phân lưu của sông Tiền, đưa một phần nước từ sông Tiền qua sông Hậu. Rạch có hình dạng uốn khúc, chảy theo hướng Đông Bắc – Tây Nam. Vị trí nghiên cứu là đoạn bờ kênh Ông Chường thuộc xã Long Kiến. Theo kết quả điều tra thực địa dọc theo hai bên bờ sông Ông Chường xuất hiện nhiều vết nứt, hàm ếch, nhiều nơi bị sụt lún, tiềm ẩn nguy cơ tiếp tục sạt lở. Hàng năm, hiện tượng sạt lở bờ thường xuyên xảy ra đe dọa đến an toàn của người dân và tuyến đường liên huyện ven sông, có nơi mép bờ lở đã tiến sát vào mép đường và nguy cơ sạt lở vào nhà dân hiện trạng đang sinh sống (Hình 6).



Hình 6. Sạt lở bờ sông ảnh hưởng đến đường giao thông và nhà ven bờ sông.

Cao độ mặt mép bờ kênh khoảng +2,66 đến +2,75 xuống đến mép kênh khoảng +0,82 đến 0,25 chênh lệch khoảng từ 2,0 đến 2,5 mét. Khoảng cách từ mép bờ kênh đến đáy kênh từ 30 đến 45 mét (cao độ đáy kênh khoảng -4,47 đến -4,00). Góc nghiêng bờ sông lớn khoảng

từ 60 độ đến 80 độ. Thảm thực vật bảo vệ hành lan an toàn sông đã không còn vì vậy sóng do phương tiện đường thủy ảnh hưởng trực tiếp đến mép bờ kênh.

Theo Bảng 1, vị trí nghiên cứu thường xuyên xuất hiện các loại xe tải hạng nặng (từ 3 đến 4 trục trở lên) trực tiếp đe dọa nghiêm trọng đến ổn định bờ sông tại vị trí nghiên cứu.

Tại địa bàn khu vực nghiên cứu đã gia cố bờ sông bằng kè trọng lực sử dụng rọ đá chất thành nhiều lớp nhằm tăng sự ổn định hạn chế khả năng sạt lở bờ sông quanh khu vực nhà dân cũng như đường giao thông ven đường (Hình 7), tuy nhiên hiện tượng sạt lở vẫn thường xuyên xảy ra tại các vị trí chưa được xử lý làm khu vực nghiên cứu.



Hình 7. Gia cố bằng kè rọ đá.

3.2. Kiểm tra ổn định tại khu vực nghiên cứu

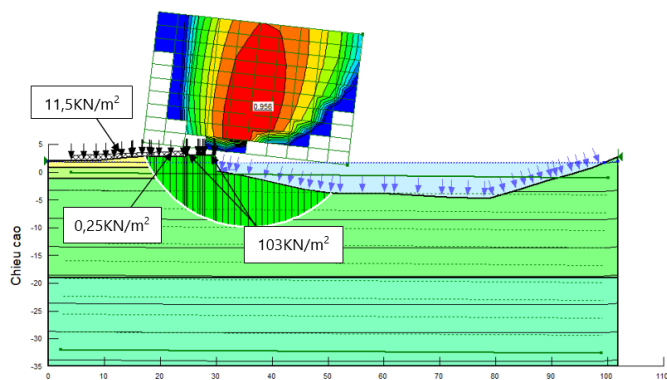
3.2.1. Thu thập số liệu thủy văn tại vị trí nghiên cứu

Tải trọng tác dụng ven bờ sông tại khu vực nghiên cứu được tổng hợp theo Bảng 4.

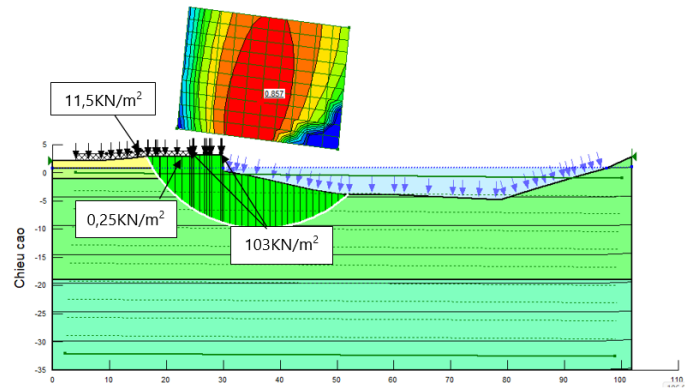
Bảng 4. Trường hợp tính toán ổn định bờ sông tại khu vực nghiên cứu.

Tải trọng đường (kN/m ²)	Tải trọng nhà (kN/m ²)	Tải trọng xe thiết kế (kN/m ²)	Tải trọng xe quá tải (kN/m ²)	Tải trọng xe quá tải 1,5 lần (kN/m ²)	Tải trọng xe quá tải 2,0 lần (kN/m ²)
0,25	11,5	103,0	124,0	154,5	206,0

Mô phỏng tính toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn và kết quả được thể hiện trong Hình 8 và Hình 9.



Hình 8. MC1 + TH2 mức nước lớn nhất.



Hình 9. MC1 + TH2 mức nước thấp nhất.

Hệ số ổn định tại khu vực nghiên cứu được tổng hợp và thể hiện trong Bảng 5.

Bảng 5. Hệ số ổn định tại các trường hợp tính toán.

Mức nước	Mặt cắt	TH1	TH2	TH3	TH4	TH5
Mức nước lớn nhất	MC1	0,97	0,96	0,96	0,94	0,92
	MC2	1,26	1,21	1,20	1,18	1,15
	MC3	1,03	1,01	1,01	0,99	0,94
	MC4	2,05	1,85	1,82	1,79	1,73
Mức nước thấp nhất	MC1	0,90	0,86	0,87	0,86	0,84
	MC2	1,16	1,10	1,09	1,08	1,05
	MC3	0,94	0,91	0,91	0,90	0,86
	MC4	1,66	1,52	1,49	1,46	1,40

Từ Bảng 5, hệ số an toàn trường hợp hiện trạng (tải trọng nhà và nền đường tự nhiên TH1) và hệ số an toàn trường hợp hiện trạng kết hợp tải trọng xe thiết kế (tải trọng nhà và nền đường tự nhiên kết hợp tải trọng xe thiết kế TH2) chi tiết xem Hình 10.



Hình 10. Hệ số an toàn trường hợp hiện trạng (TH1) và trường hợp có hoạt tải xe (TH2).

Theo Hình 9, hệ số an toàn tại vị trí MC4 lớn nhất. Vị trí MC1 và MC3 có hệ số an toàn thấp nhất. Hệ số an toàn tại vị trí MC4 từ 2,05 đến 1,85 tại mực nước lớn nhất lần lượt cho TH1 và TH2, hệ số an toàn theo mực nước nhỏ nhất lần lượt với TH1 và TH2 là từ 1,66 đến 1,52 (chênh lệch khoảng 20% so với mực nước lớn nhất) vẫn đảm bảo an toàn (hệ số an toàn theo tiêu chuẩn lớn hoặc bằng 1,15).

Kết quả nghiên cứu tại MC1 và MC3 có hệ số an toàn lớn nhất chỉ từ 0,97 đến 0,96 và từ 1,03 đến 1,01 cho trường hợp mực nước lớn nhất, hệ số an toàn từ 0,90 đến 0,86 và từ 0,94 đến 0,91 (chênh lệch khoảng 7% so với mực nước lớn nhất) cho trường hợp mực nước thấp nhất theo thứ tự lần lượt TH1 và TH2. Hệ số an toàn cho cả hai mực nước đều không đảm bảo ổn định tại vị trí nghiên cứu. Đối với vị trí MC2 có hệ số an toàn vẫn đảm bảo ổn định trong điều kiện mực nước lớn nhất khi hệ số an toàn lần lượt từ 1,26 đến 1,21. Tuy nhiên khi mực nước đạt giá trị thấp nhất thì vị trí MC2 chỉ thỏa điều kiện an toàn tại TH1 (1,16) còn TH2 (1,10) thì hệ số an toàn thấp hơn hệ số an toàn tiêu chuẩn (1,15).

Hệ số an toàn trường hợp hiện trạng kết hợp tải trọng xe quá tải thiết kế (TH3), Hệ số an toàn trường hợp hiện trạng kết hợp tải trọng xe trường hợp giả định quá tải thiết kế 1,5 lần (TH4) và hệ số an toàn trường hợp hiện trạng kết hợp tải trọng xe trường hợp giả định quá tải thiết kế 2,0 lần (TH5) chi tiết xem Hình 10.



Hình 11. Giả định tải do xe quá tải (TH3) và giả định tải trọng xe quá tải thiết kế từ 1,5 (TH4) đến 2,0 lần (TH5).

Theo Hình 10, hệ số an toàn tại vị trí MC4 lớn nhất, MC1 và MC3 có hệ số an toàn thấp nhất cho cả ba trường hợp. Hệ số an toàn tại vị trí MC4 là lớn nhất lần lượt từ 1,82, 1,79 đến 1,73 khi mực nước đạt giá trị lớn nhất, hệ số an toàn khi mực nước đạt giá trị nhỏ nhất lần lượt từ 1,49, 1,46 đến 1,40 (chênh lệch khoảng 18% so với mực nước lớn nhất) tương ứng với TH3, TH4 và TH5 vẫn đảm bảo an toàn (hệ số an toàn theo tiêu chuẩn lớn hoặc bằng 1,15).

Tại vị trí MC1 và MC3 hệ số an toàn thay đổi khoảng từ 3% đến 8 % so với TH2 và đều không đảm bảo điều kiện an toàn. Đối với vị trí MC2 hệ số an toàn vẫn đảm bảo an toàn (từ 1,20 đến 1,15) khi mực nước đạt giá trị lớn nhất. Tuy nhiên, khi mực nước đạt giá trị nhỏ nhất

vị trí MC2 đã mất an toàn về điều kiện ổn định (hệ số an toàn từ 1,09 đến 1,05 chênh lệch khoảng 8 % so với mực nước đạt giá trị lớn nhất) tương ứng với các TH3, TH4 và TH5.

4. Kết luận

Qua kết quả khảo sát thực tế, hiện trạng bờ sông Ông Chường đã xuất hiện nhiều vết nứt, mép bờ sông có dấu hiệu sụt lún, góc nghiêng từ 60 độ đến 80 độ có thể gây nguy cơ sạt lở rất cao.

Kết quả mô phỏng, hệ số an toàn của các trường hợp thực tế và giả định cho thấy MC1 và MC3 có hệ số an toàn thấp (từ 0,97 đến 0,84 và từ 1,01 đến 0,86) phù hợp với hiện trạng sạt lở tại vị trí nghiên cứu. Hệ số an toàn chênh lệch lớn giữa vị trí mực nước lớn nhất khoảng từ 18 % đến 20 % so với mực nước thấp nhất.

Tại vị trí MC2, hệ số an toàn vẫn đảm bảo trong mức cho phép ứng với các trường hợp xe đúng với tải trọng thiết kế tuy nhiên hệ số an toàn chỉ đạt vừa mức đảm bảo an toàn (từ 1,26 đến 1,15). Đáng chú ý là, với điều kiện mực nước thấp nhất thì vị trí MC2 đã không còn đảm bảo an toàn khi hệ số an toàn chỉ từ 1,10 đến 1,05. Đặc biệt tại vị trí MC4 (mặt cắt đã được gia cố), hệ số an toàn cao và đảm bảo an toàn tại tất cả các trường hợp tính toán. Vì vậy, các biện pháp nhằm giảm tải trọng và lưu lượng xe qua lại tại tuyến đường dọc bờ sông Ông Chường cần được áp dụng. Bên cạnh đó, việc gia cố bờ sông bằng phương pháp công trình và phi công trình nhằm tăng tính ổn định bờ sông, bảo vệ đường giao thông và nhà của các hộ dân sống ven bờ sông tại bờ sông Ông Chường cần được các cấp địa phương xem xét.

Tài liệu tham khảo

- [1]. R. Z. Abidin, M. S. Sulaiman, and N. Yusoff, "Erosion risk assessment: A case study of the Langat River bank in Malaysia," *Int. Soil Water Conserv. Res.*, vol. 5, no. 1, pp. 26–35, 2017, doi: 10.1016/j.iswcr.2017.01.002.
- [2]. Bộ nông nghiệp và phát triển nông thôn, "Báo cáo số 3655/BC-BNN-TCTL về Tình hình sạt lở bờ sông Vàm Nao, huyện Chợ Mới, tỉnh An Giang." 2017.
- [3]. H. N. N. Quỳnh, Đ. N. Khôi, H. C. Hoài, and N. T. Bày, "Ứng dụng viễn thám và GIS đánh giá biến động đường bờ sông Tiền và sông Hậu," *Tạp chí khí tượng thủy văn*, vol. 06. 2018.
- [4]. N. T. Nguyen et al., "Study and assessment of the situations and causes of erosion along the Hau riverbank in An Giang province during the period 2009–2019," *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, vol. 21, no. 4, pp. 493–506, 2022, doi: 10.15625/1859-3097/15663.
- [5]. A. H. Aldefae and R. A. Alkhafaji, "Development of Equations Relates the Factors Affecting Riverbank Stability Using Dimensional Analysis," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1058, no. 1, p. 012025, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1058/1/012025.
- [6]. L. Z. Mase et al., "Effect of Water Level Fluctuation on Riverbank Stability at the Estuary Area of Muaro Kualo Segment, Muara Bangkahulu River in Bengkulu, Indonesia," *Eng. J.*, vol. 26, no. 3, pp. 1–16, 2022, doi: 10.4186/ej.2022.26.3.1.
- [7]. H. Văn Hiệp, H. Hữu Trí, N. Thành Công, and N. Gia Truyền, "Nghiên cứu nguyên nhân sạt lở bờ sông: trường hợp nghiên cứu tỉnh Trà Vinh," *Vietnam J. Hydrometeorol.*, vol. 9, no. 741, pp. 19–28, 2022, doi: 10.36335/vnjjhm.2022(741).19-28.

- [8]. V. T. Trần et al., “Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến ổn định bờ sông: Trường hợp nghiên cứu tại đoạn sông Chà Và, tỉnh Vĩnh Long,” *Can Tho Univ. J. Sci.*, vol. 58, no. 5, pp. 14–21, 2022, doi: 10.22144/ctu.jvn.2022.229.
- [9]. N. A. Taha, M. S. M. Shariff, and M. A. Ladin, “Case Study on Analyses of Slope Riverbank Failure,” *Model. Simul. Eng.*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/1965224.
- [10]. Bộ Giao thông vận tải. TCCS 38:2022, “Áo Đường Mềm - yêu cầu thiết kế,” 2022.
- [11]. Bộ Xây Dựng, “TCVN 2737_1995, Tải trọng và tác động.” 1996.
- [12]. A. W. Bishop, “The use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes,” *Géotechnique*, vol. 5, no. 1, pp. 7–17, Mar. 1955, doi: 10.1680/geot.1955.5.1.7.
- [13]. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, “QCVN 04-05:2022/BNNPTNT. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về công trình thủy, Phòng chống thiên tai - Phần I công trình thủy lợi - các quy định chủ yếu về thiết kế,” 2022.