

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM ỔN ĐỊNH BỜ SÔNG Ở THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

LÝ THỊ MINH HIỀN*,
TRẦN NGUYỄN HOÀNG HÙNG**, TRẦN THỊ THANH***

Investigation on stability of riverbanks in Ho Chi Minh city

Abstract: Failures of sliding have intensively happened in Ho Chi Minh city for a long time, especially in the area of riverbank. Despite many precautionary treatments, sliding is still a danger to people living along riverbank. In order to find methods to prevent sliding, this paper investigates sliding in HCM city, at Thanh Da (Binh Thanh district) and Muong Chuoi (Nha Be district). Several circumstances were simulated by the Slope/W software to indicate the impact of each element to slope stability. The study also explains the causes and the mechanism of sliding in HCM city.

Keywords: sliding, factor of safety, slope stability, erosion, riverbank

1. GIỚI THIỆU

TP HCM nằm ở vùng hạ lưu của hệ thống sông Đồng Nai – Sài Gòn và có mạng lưới sông ngòi, kênh rạch chằng chịt. Nhiều khu vực ở TP. HCM có địa chất yếu và phức tạp nên luôn phải đối diện với nguy cơ sạt lở cao. Trong mùa mưa lũ, sự cố sạt lở diễn ra thường xuyên hơn và gây ra thiệt hại lớn về người và tài sản. Hàng năm, TP. HCM đã phải tốn nhiều tỷ đồng để khắc phục hậu quả và xây dựng các công trình phòng chống sạt lở nhưng hiệu quả lại chưa cao. Các sự cố về sạt lở không chỉ ảnh hưởng đến tâm lý và đời sống của nhân dân mà còn tác động tiêu cực đến tình hình phát triển kinh tế - chính trị - xã hội của cả thành phố. Do đó, việc tìm hiểu bản chất của sự cố sạt lở và đưa ra được các biện pháp xử lý thích hợp là yêu cầu cấp thiết. Các vị trí thường xuyên xảy

ra sự cố sạt lở ở TP. HCM sẽ được chọn để phân tích trong nghiên cứu này là khu vực bán đảo Thanh Đa (TĐ) (quận Bình Thạnh) và khu vực sông Mương Chuối (MC) (huyện Nhà Bè).

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Hệ số ổn định

Để đánh giá mức độ an toàn của mái dốc, hệ số an toàn hay hệ số ổn định (Factor of Safety, FS) được vận dụng trong nghiên cứu này. Theo lý thuyết cân bằng giới hạn, hệ số ổn định được định nghĩa là tỷ số giữa sức chống cắt của đất (s) và ứng suất cắt tại một điểm (τ) nằm trên mặt trượt như biểu thức (1) [1, 2].

$$FS = \frac{s}{\tau} \quad (1)$$

Mặt trượt là mặt phẳng thường xảy ra trong các vật liệu rời, trượt cung tròn thường xảy ra bên trong một khối đất dính nguyên thổ, nhất là trong đất sét tương đối đồng nhất [3]. Với giả thuyết mặt trượt phẳng, hệ số ổn định là tỷ số giữa lực chống trượt và lực gây trượt như biểu thức (2).

$$FS = \frac{\text{Lực chống trượt}}{\text{Lực gây trượt}} \quad (2)$$

* Học viên cao học, Khoa KTXD, Trường Đại Học Bách Khoa TP. HCM,

Email: lythiminhkien@gmail.com

** Giảng viên, Tiến sĩ, Khoa KTXD, Trường Đại Học Bách Khoa TP. HCM,

Email: tnhhung@hcmut.edu.vn

*** Giáo sư Tiến sĩ, Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, Email: tranthithanh345@gmail.com

Với giả thuyết mặt trượt dạng cung tròn, hệ số ổn định được định nghĩa là tỷ số giữa mô-moment chống trượt và mô-moment gây trượt như biểu thức (3).

$$FS = \frac{\text{Moment chống trượt}}{\text{Moment gây trượt}} \quad (3)$$

Một cách lý thuyết, mái dốc được xem như mất ổn định khi hệ số ổn định $FS < 1$ và ngược lại. Tuy nhiên theo 22 TCN 262-2000, hệ số ổn định tối thiểu tính theo phương pháp Bishop phải không nhỏ hơn 1,4.

2.2. Cơ chế sạt lở

Sạt lở là sự cố mất ổn định tổng thể với sự chuyển dịch khối đất đá tự nhiên do tác động của các yếu tố như: chấn động địa chất, mưa lớn, dòng chảy, sóng, biến đổi mực nước, và các tác động khác [4]. Khả năng chống trượt của mái dốc suy giảm, lực gây trượt tăng lên hoặc có sự thay đổi về mặt hình học của độ dốc, làm cho mái dốc dịch chuyển và có thể đạt đến độ dốc tới hạn. Sự cố có thể xuất hiện tức thời hoặc sau một khoảng thời gian, cả trong trường hợp có hoặc không có những dấu hiệu cảnh báo rõ ràng (mặt đất bị nghiêng, xuất hiện vết nứt trên bề mặt v.v.) [2, 3, 5].

Sự cố sạt lở bờ sông có thể xảy ra dưới hình thức trượt, xói trực tiếp hoặc sụt do xói chân. Dưới tác dụng của dòng chảy, bùn cát trong lòng sông bị xói trôi; trong đó, bờ sông thường có tốc độ xói chậm hơn so với lòng sông, nhưng dưới chân mái bờ xói nhanh hơn trên mặt. Quá trình xói làm cho độ dốc bờ sông dần dần tăng lên, gây xói chân mái dốc, hoặc đôi khi tạo thành hàm ếch, gây mất ổn định cho khối đất bờ phía trên. Khi đạt đến trạng thái cân bằng giới hạn, khối đất bờ dần mất ổn định và có thể bị trượt hoặc sụp xuống sông. [5]

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các số liệu hiện trường được thu thập từ các

vị trí khảo sát và được sử dụng để mô phỏng các trường hợp bằng phần mềm Slope/W. Bản chất sạt lở sẽ được phân tích dựa vào sự thay đổi hệ số FS với các yếu tố xét đến bao gồm sự thay đổi mực nước, xói lở, địa chất, dòng chảy, tải trọng ven bờ, và kết hợp với các trường hợp có và chưa có tải trọng; xói và chưa xói; mực nước cao nhất và thấp nhất.

3.1. Hiện trạng vị trí nghiên cứu

Khu vực Bán đảo TĐ và bờ sông MC là hai vị trí thường xuyên xảy ra sạt lở của thành phố trong nhiều năm qua (Hình 1 và 2). Một số trường hợp sạt lở điển hình tại hai khu vực này thời gian gần đây được thống kê lại như sau:

- Khoảng 23 giờ ngày 24/7/2010, tại khu phố 1, phường 27, quận Bình Thạnh, tổng cộng 23 căn nhà bị sạt lở phải di dời kèm theo nhiều tài sản giá trị chìm xuống sông, trong đó 11 căn bị sạt lở sâu từ 5 – 10 m, 12 căn rạn nứt.

- Ngày 08/09/2013, một đoạn bờ sông tại địa chỉ 269 Bình Quới, bị sạt lở nghiêm trọng. Khu vực tiếp giáp mặt sông đã xuất hiện nhiều vết nứt lớn.

- Ngày 08/07/2012, nhiều căn nhà sát cầu Mương Chuối bất ngờ bị sụp xuống sông, gần 100m² đất cùng nhiều đồ đạc bị cuốn trôi, gây ảnh hưởng đến cuộc sống của nhiều hộ dân.

- Đêm 30/08/2012, hơn 200 m² đất ven sông Mương Chuối trôi theo dòng nước, gây hư hại nhà của người dân. Phần còn lại có nhiều vết nứt, nguy cơ tiếp tục sạt lở là rất cao.

- Lúc 0 giờ ngày 22/05/2015, tại xã Nhơn Đức, huyện Nhà Bè, 4 căn nhà bị sạt lở, có đoạn ăn sâu vào bờ hơn 10 m đất; một trụ điện cũng bị cuốn xuống sông MC. Ngay trong đêm, chính quyền địa phương đã hỗ trợ người dân tháo dỡ và di tản đồ đạc để tránh trường hợp sự cố tiếp tục tái diễn.



Hình 1. Sạt lở tại khu vực bán đảo TĐ, quận Bình Thạnh (Phụ nữ Online)



Hình 2. Sạt lở tại khu vực sông MC, huyện Nhà Bè (Phụ nữ Online và VnExpress)

3.2. Số liệu cho nghiên cứu

3.2.1. Địa chất

Căn cứ vào tài liệu khảo sát địa chất được thực hiện vào năm 2008 và 2013, các đặc trưng

của đất nền trong phạm vi khảo sát đến độ sâu 30 m của mặt cắt tại hai vị trí nghiên cứu được trình bày ở Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1. Chỉ tiêu cơ lý các lớp đất tại khu vực bán đảo TĐ [6]

TT	Các đặc trưng cơ lý		Lớp 1 (Bùn sét)	Lớp 2a (Sét)	Lớp 2 (Cát pha sét)
1	Bề dày lớp (m)		11,5 - 22	3 - 4	4 - 15
2	Thành phần cỡ hạt (%)	Hạt sỏi sạn			3,8
		Hạt cát	9,4	22,9	82,5
		Hạt bụi	38,5	27,1	5,7
		Hạt sét	52,1	50,0	8,0
3	Dung trọng tự nhiên	γ_w (kN/m ³)	14,74	19,77	19,52
4	Góc ma sát trong tiêu chuẩn	φ_{tc} (°)	03°40	14°28	21°09
5	Lực dính đơn vị tiêu chuẩn	c_{tc} (kPa)	6,9	24	9
6	Hệ số thấm	k (m/s)	$8,27 \times 10^{-8}$	$1,62 \times 10^{-8}$	$4,38 \times 10^{-6}$

Bảng 2. Chỉ tiêu cơ lý các lớp đất tại khu vực sông MC [7]

TT	Các đặc trưng cơ lý		Lớp 1 (Bùn sét)	Lớp 2 (Cát pha sét)
1	Bề dày lớp (m)		28	2
2	Thành phần cỡ hạt (%)	Hạt sỏi sạn		1,5
		Hạt cát	13,9	76,9
		Hạt bụi	39,9	8,1
		Hạt sét	46,3	16,6
3	Dung trọng tự nhiên	γ_w (kN/m ³)	14,73	18,20
4	Góc ma sát trong tiêu chuẩn	φ_{tc} (°)	02°31	19°17
5	Lực dính đơn vị tiêu chuẩn	c_{tc} (kPa)	13,3	5,0
6	Hệ số thấm	k (m/s)	$6,6 \times 10^{-6}$	$4,1 \times 10^{-4}$

3.2.2. Mực nước

Mô phỏng sử dụng số liệu cao độ mực nước ứng với các mức đỉnh triều lịch sử theo báo cáo thống kê tại trạm Phú An và Nhà Bè đến năm 2014 [8, 9].

- Cao độ mực nước thấp nhất: -2,58 m.
- Cao độ mực nước cao nhất: +1,68 m.

3.2.3. Tải trọng

Tải trọng tính toán bao gồm hoạt tải và tĩnh tải của công trình xây dựng ven sông. Số liệu tải

trọng tính toán được xác định dựa theo Tiêu chuẩn Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 2737:1995, tiêu chuẩn thiết kế Áo đường cứng đường ô tô 22 TCN 223-95.

- Nhà ven sông: 10 kPa.
- Đường dân sinh: 8 kPa.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả của các trường hợp phân tích ổn định mô phỏng bằng phần mềm SLOPE/W tại hai vị trí nghiên cứu được tổng hợp ở Bảng 3 và Bảng 4.

Bảng 3. Kết quả phân tích hệ số ổn định FS tại khu vực bán đảo TĐ

Trường hợp phân tích	Mực nước cao nhất	Mực nước thấp nhất
Chưa có tải trọng và chưa xét xói	1,85	1,32
Có tải trọng và chưa xét xói	1,64	1,21
Chưa có tải trọng và xét xói	1,43	1,11
Có tải trọng và xét xói	1,27	1,03

Bảng 4. Kết quả phân tích hệ số ổn định FS tại khu vực sông MC

Trường hợp phân tích	Mực nước cao nhất	Mực nước thấp nhất
Chưa có tải trọng và chưa xét xói	1,54	1,26
Có tải trọng và chưa xét xói	1,33	1,10
Chưa có tải trọng và xét xói	1,18	0,98
Có tải trọng và xét xói	1,10	0,94

4.1. Tác động của mực nước

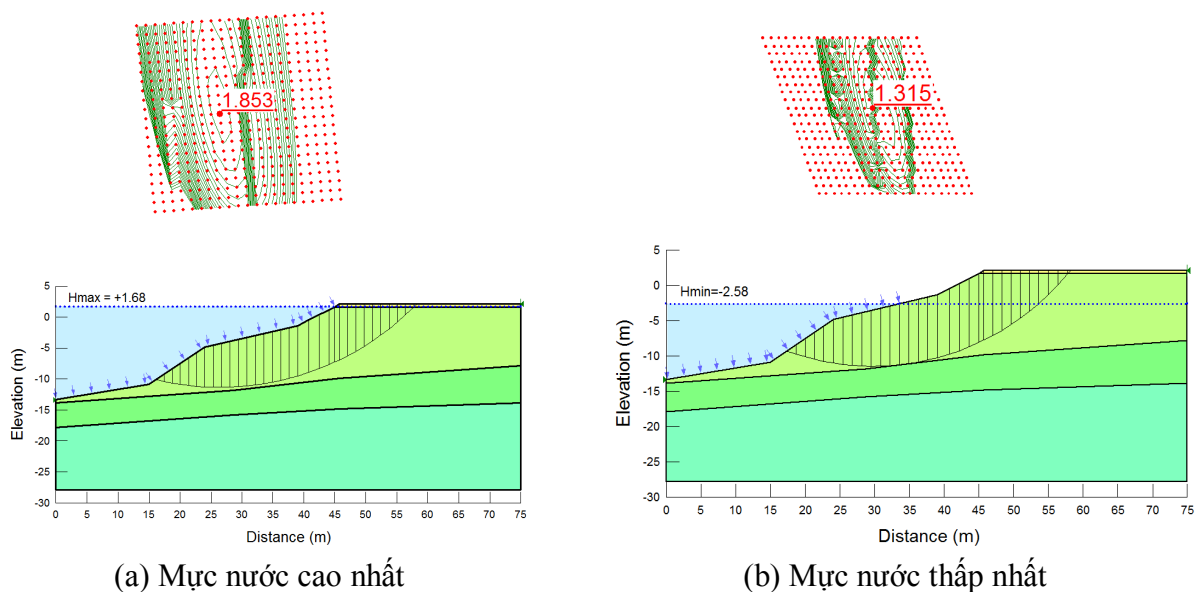
FS giảm đáng kể khi cao độ mực nước sông hạ đến mức thấp nhất trong cùng trường hợp

chưa có tải trọng và chưa xét xói ở hai vị trí nghiên cứu (Bảng 3 và 4). FS giảm 28,6% ở TĐ (Hình 3) và 18,2% ở MC. Giá trị FS tại H_{min} hai

nơi đều không đạt được hệ số ổn định tối thiểu là 1,4 (22 TCN 262-2000). Sự thay đổi mực nước là yếu tố ảnh hưởng lớn đến sự cố sạt lở ven sông ở HCM. Khi mực nước ở mức thấp, bờ sông kém ổn định và dễ xảy ra sạt lở hơn.

Mực nước sông dâng cao, lượng nước trong đất lớn, áp lực nước lỗ rỗng gia tăng. Ứng suất hữu hiệu và sức kháng cắt của khối đất bị suy giảm đáng kể. Tuy nhiên, khối nước phía sông cũng tạo áp lực theo phương ngang tác động vào bờ và chống lại sự trượt của mái dốc. Áp lực ngang thay đổi phụ thuộc vào mực nước sông. Khi mực nước hạ thấp, sức kháng cắt của khối

đất phía trên mực nước tăng lên nhưng không đáng kể so với sự giảm mạnh của áp lực ngang từ phía sông, mái dốc không còn ổn định [3, 10]. Theo thống kê về thực trạng sạt lở ở TP. HCM, các sự cố xảy ra tập trung trong hai tháng 6 và 7 (hai tháng có mực nước triều rút xuống thấp nhất trong năm). Hơn nữa, trong trường hợp mực nước sông rút nhanh, áp lực nước lỗ rỗng không kịp tiêu tán hết và dòng thấm có thể hình thành [11]. Áp lực nước lỗ rỗng tức thời lớn và áp lực nước theo phương ngang tác động vào bờ nhỏ. Do đó, lực gây trượt lớn và lực chống trượt nhỏ. Nguy cơ xảy ra sự cố sạt lở cao hơn.



(a) Mực nước cao nhất

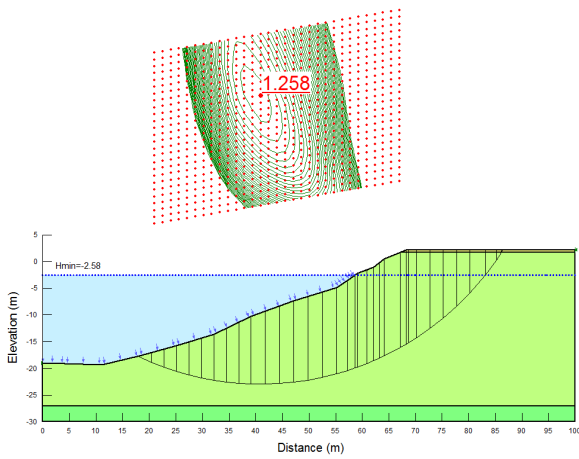
(b) Mực nước thấp nhất

Hình 3. Phân tích ổn định xét tác động của sự thay đổi mực nước tại TD

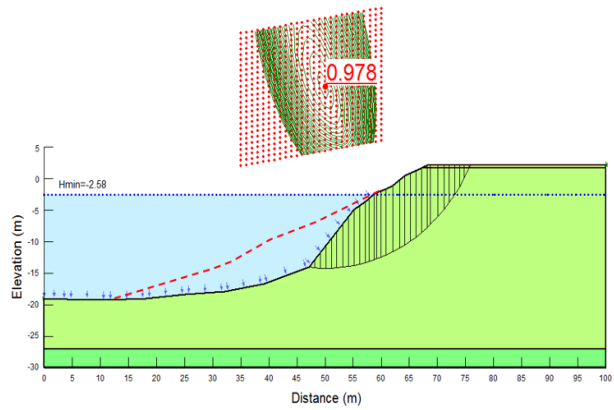
4.2. Tác động của xói

Hệ số ổn định FS tại TD khi xét xói giảm 22,7% (từ 1,85 xuống 1,43) ở mực nước cao nhất và giảm 16% (từ 1,32 xuống 1,11) ở mực nước thấp nhất (Bảng 3). Tương tự, tại MC, FS giảm 23,4% còn 1,18 khi mực nước ở mức cao nhất; trong trường hợp mực nước thấp nhất, FS giảm với tỷ lệ 22,3% (từ 1,26 còn 0,98) (Bảng 4). Xói là một trong những yếu tố gây tác động đáng kể đến sự ổn định của bờ sông. Hiện tượng xói thường xảy ra ở mặt lớp đất yếu, tại những vị trí uốn cong của dòng sông hoặc chịu tác động từ dòng chảy có vận tốc lớn [3, 10, 11]. Xói có thể làm thay đổi

hình dạng mái dốc, gia tăng nguy cơ mất ổn định và dẫn đến sạt lở. Do đó, việc phân tích sự thay đổi hình dạng bờ sông trước và sau khi xói đến ổn định mái dốc là rất cần thiết. Hai mặt cắt được chọn để phân tích nằm ở vị trí thuộc phạm vi đang có nguy cơ tiếp tục xảy ra sạt lở. Theo thống kê tài liệu địa hình lòng sông (năm 2001 và 2003) [12, 13], tốc độ xói lở vào khoảng 0,5 – 2 m/năm tùy đoạn sông tại hai khu vực nghiên cứu. Bài báo này xét tốc độ xói trung bình ở hai vị trí nghiên cứu là 0,5 m/năm và thời gian xói là 10 năm. Mặt cắt sau xói như Hình 4b. Phạm vi xói trên mặt cắt ngang nằm trong vùng chịu ảnh hưởng của dòng chảy.



(a) Không xói

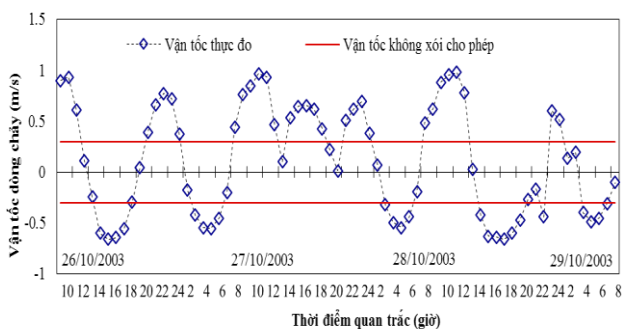


(b) Có xói

Hình 4. Phân tích ổn định xét tác động của yếu tố xói tại MC

4.3. Yếu tố địa chất

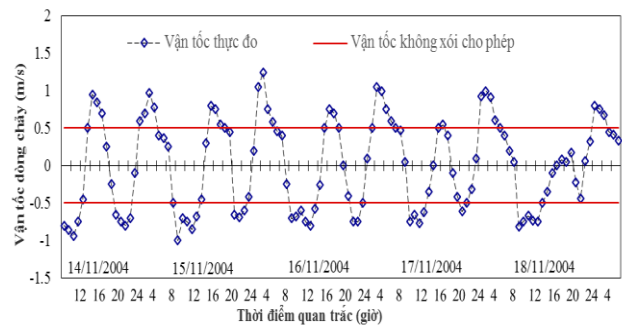
Dựa vào số liệu thí nghiệm thành phần cỡ hạt (Bảng 1), các lớp đất bờ sông lẫn đất lòng sông khi được phân tích đều có vận tốc không xói cho phép nhỏ hơn nhiều lần so với vận tốc của dòng chảy. Đáy lòng sông khu vực TĐ là lớp cát hạt nhỏ (đường kính trung bình từ 0,013 – 1,5 mm) có vận tốc không xói cho phép trung bình là 0,32 m/s, dưới lớp cát là lớp bùn (đường kính trung bình từ 2-6 μm) có vận tốc không xói cho phép trung bình là 1,6 m/s [14]. Trong khi vận tốc trung bình của dòng chảy thực đo lại lớn hơn 2 - 3 lần vận tốc không xói của lớp cát trong khoảng 80% thời gian (Hình 5).



Hình 5. Vận tốc thực đo và vận tốc không xói cho phép của lòng sông TĐ [6].

Đối với khu vực sông MC, từ số liệu thí nghiệm thành phần cỡ hạt (Bảng 2) vận tốc không xói cho phép của đáy lòng sông được xác

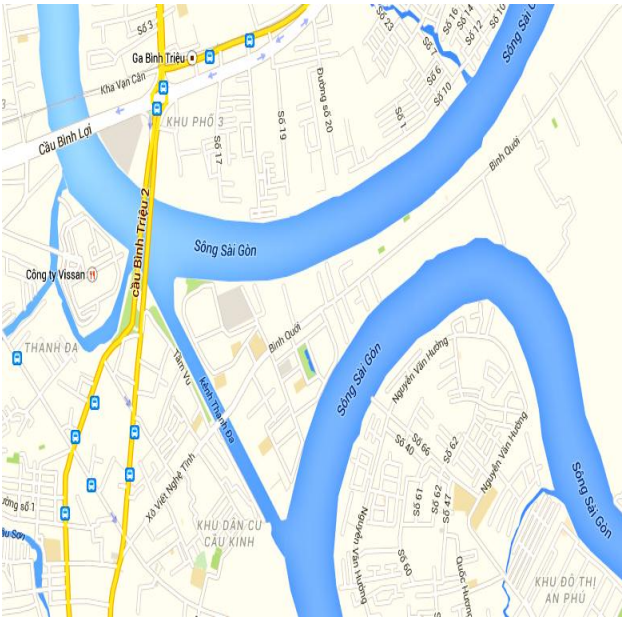
định biến thiên trong khoảng 0,4 – 0,5 m/s. Vận tốc trung bình thực đo tại vị trí nghiên cứu được thể hiện qua biểu đồ Hình 6. Trong khoảng gần 50% thời gian quan trắc, vận tốc trung bình thực đo lớn hơn 2 lần vận tốc không xói cho phép. Khi triều rút, tốc độ dòng chảy tức thời có thể đạt đến 2 m/s [7]. Lòng dẫn dòng sông cũng như phân mái bờ sẽ dần dần bị xói, thay đổi hình dạng và làm cho độ dốc mái bờ vượt quá độ dốc tới hạn cho phép.



Hình 6. Vận tốc thực đo và vận tốc không xói cho phép của lòng sông MC [7].

4.4. Đặc điểm hình thái sông

Ở khu vực TĐ, những vị trí sạt lở tập trung chủ yếu tại hai đỉnh sông cong (Hình 7). Tại các vị trí có đặc điểm hình thái này, dòng chảy sẽ ép sát vào phía bờ lõm, xuất hiện các dòng chảy cục bộ hoặc xoáy vòng, gây xói chân mái dốc, tăng nguy cơ mất ổn định và dẫn đến sạt lở [3, 13].



Hình 7. Đặc trưng hình thái đỉnh sông cong tại khu vực bán đảo TĐ (Google Maps).

Sông MC gồm nhiều đoạn sông cong, có địa hình lòng dẫn và các chế độ thủy văn rất phức tạp (Hình 8). Do được bổ sung thêm lượng nước từ rạch Tôm và rạch Bà Chiêm đổ vào, lưu lượng trên sông MC có thể đạt trên 3.000 m³/s. Vận tốc dòng chảy tổng hợp tăng mạnh đột ngột (1,6 - 1,8 m/s) nên các hố xói có thể hình thành. Sự phát triển của các hố xói là nguyên nhân chính gây ra sự cố sạt lở mái bờ sông trong khu vực MC thời gian qua [13].



Hình 9. Hoạt động gây gia tải mép bờ tại khu vực nghiên cứu.

Khi xét đến yếu tố tải trọng, FS giảm tương ứng theo tỷ lệ 11,3% ở TĐ và 13,6% cho MC



Hình 8. Đặc trưng hình thái phân lưu, hợp lưu tại khu vực sông MC (Google Maps).

4.5. Tác động của con người

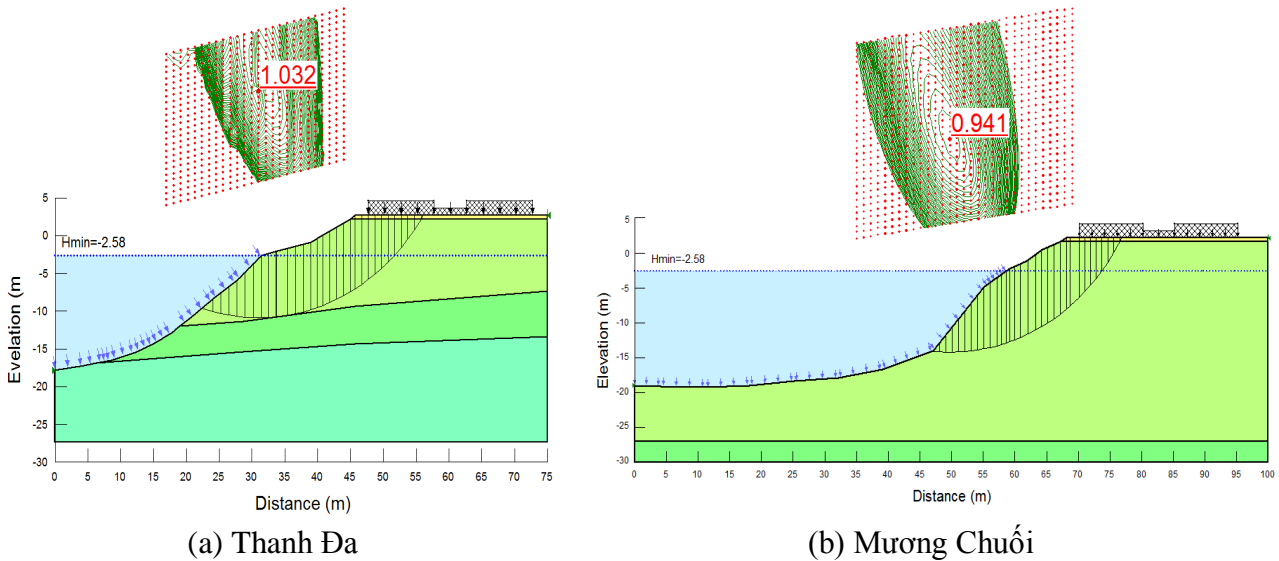
Với tốc độ đô thị hóa hiện tại, các hoạt động gia tải bờ sông (xây dựng nhà và công trình, lấn sông rạch) diễn ra liên tục làm tải trọng ven bờ tăng lên và gây nên hiện tượng ép trôi đất ra phía sông (Hình 9) (Bảng 1 và 2). Khi tải trọng vượt quá mức cho phép, bờ sông có nguy cơ bị sạt lở cao.



trong trường hợp H_{max} (Bảng 3). Khi H_{min} , tỷ lệ giảm của FS ở TĐ là 8,3% và MC là 12,7%

(Bảng 4). Tác động của con người gia tải mép bờ sông chính là một trong những nguyên nhân gây ra sự cố sạt lở ven bờ. Một nguyên nhân khác là vận tải đường thủy trong khu vực này ngày càng gia tăng cả về số lượng và quy mô, trong đó đặc biệt là các tàu du lịch và tàu cao tốc. Áp lực sóng do tàu thuyền tạo ra lúc di chuyển sẽ phá vỡ và cuốn trôi đất mái bờ sông, làm gia tăng tốc độ sạt lở.

Trong trường hợp nguy hiểm nhất với tổ hợp nhiều yếu tố bất lợi (xét đến tải trọng, có xói và mực nước thấp nhất), giá trị FS giảm đáng kể chỉ còn 1,03 tại TĐ và 0,94 tại MC, gần như ở trạng thái cân bằng giới hạn (Hình 10). Những tác động tăng thêm như xe cộ lưu thông, tàu thuyền qua lại, mưa lớn, v.v., cũng có thể lập tức phát sinh sự cố phá hoại bờ.



Hình 10. Phân tích ổn định trong trường hợp bất lợi nhất (có tải trọng, có xói và mực nước thấp nhất).

5. KẾT LUẬN

Đề nghiên cứu về cơ chế và nguyên nhân sạt lở ven sông ở TP.HCM, bài báo này đã thực hiện mô phỏng trong nhiều trường hợp khác nhau bằng phần mềm Slope/W dựa trên các số liệu thu thập được từ hiện trường. Từ các kết quả phân tích đánh giá số liệu có thể rút ra các kết luận sau:

(1) Sự thay đổi mực nước là một trong những yếu tố chính ảnh hưởng đến sự cố sạt lở ở HCM. Đặc biệt, mực nước chân triều xuống thấp nhất trong năm (khoảng tháng 6 và 7) sự cố sạt lở thường xảy ra nhất.

(2) Quá trình xói có thể làm thay đổi hình dạng mái dốc, giảm khả năng ổn định và dẫn

đến nguy cơ sạt lở ven bờ.

(3) Cấu tạo nền địa chất yếu kết hợp với dòng chảy có vận tốc lớn hơn vận tốc không xói cho phép của lòng dẫn là yếu tố góp phần gia tăng quá trình xói lở, tạo hàm ếch và gây ra sự cố sạt lở.

(4) Những đặc trưng hình thái tại vị trí phân lưu, hợp lưu hoặc đỉnh sông cũng có xu hướng gây ra các hiện tượng cục bộ như xoáy vòng, hình thành hố xói, tiềm ẩn nguy cơ sạt lở.

(5) Hoạt động của con người gia tải mép bờ sông như xây dựng công trình, nhà cửa, neo đậu tàu thuyền v.v. là tác nhân làm giảm độ ổn định của khối đất bờ và gây ra sự cố sạt lở ven sông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J. M. Duncan and S. G. Wright. *Soil strength and slope stability*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2005, 297 pp.
- [2] B. M. Das. *Principles of Geotechnical Engineering*. Nelson, a division of Thomson Canada Limited, 2006, 593 pp.
- [3] L. W. Abramson, T. S. Lee, S. Sharma and G. M. Boyce. *Slope Stability and Stabilization methods*. John Wiley and Sons, Inc., New York, 2002, 712 pp.
- [4] Thủ tướng Chính phủ. Quyết định số 01/2011/QĐ-TTg - Quy chế xử lý sạt lở bờ sông, bờ biển, ngày 04/01/2011, 8 trang.
- [5] Lê Mạnh Hùng, Đinh Công Sản. *Xói lở bờ sông Cửu Long và giải pháp phòng tránh cho các khu vực trọng điểm*, Nhà xuất bản nông nghiệp, 2002, 196 trang.
- [6] Đinh Công Sản. *Thuyết minh thiết kế Dự án Chống sạt lở bán đảo Thanh Đa - Đoạn 2 (Sông Sài Gòn - khu vực khách sạn Sài Gòn Domaine)*. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2014, 90 trang.
- [7] Đinh Công Sản và Lê Mạnh Hùng. *Báo cáo tổng kết dự án tổ chức nghiên cứu giải pháp khắc phục sạt lở bờ sông trên địa bàn huyện Nhà Bè*. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2005, 146 trang.
- [8] Dữ liệu bảng triều tại trạm Phú An và Nhà Bè, Viện Kỹ thuật biển, 2014.
- [9] Bản tin diễn biến thủy triều, Đài khí tượng thủy văn khu vực Nam bộ, 2014.
- [10] Lê Ngọc Bích, Hoàng Văn Huân, Hồ Lương Tụy và Hoàng Đức Cường. “*Nghiên cứu khái quát về nguyên nhân xói lở lòng sông ở hạ du sông Đồng Nai – Sài Gòn*”, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, *Tuyển tập kết quả khoa học & công nghệ*, 2005, trang 415-422.
- [11] Lê Xuân Việt. *Nghiên cứu chống sạt lở đường ven sông trên đất yếu tại QL.91 đoạn Bình Mỹ, huyện Châu Phú, tỉnh An Giang*. Luận văn thạc sĩ, trường đại học Bách Khoa thành phố Hồ Chí Minh, 2011, 231 trang.
- [12] Hoàng Văn Huân. “*Bước đầu nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ để phòng chống sạt lở ổn định lòng dẫn hạ du sông Đồng Nai – Sài Gòn*”, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, *Tuyển tập kết quả khoa học & công nghệ*, 2005, trang 346-362.
- [13] Nguyễn Thế Biên. “*Diễn biến lòng dẫn và đặc trưng hình thái của các sông phân, hợp lưu với hệ thống sông Sài Gòn - Đồng Nai khu vực thành phố Hồ Chí Minh*”, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, *Tuyển tập kết quả khoa học & công nghệ*, 2004, trang 341-351.
- [14] Bộ Nông Nghiệp và Phát triển nông thôn. *Công trình thủy lợi – Yêu cầu thiết kế dẫn dòng trong xây dựng TCVN 9160:2012*, 63 trang.