

SẠT LỞ ĐẤT BỜ SÔNG TIỀN

DƯƠNG HỒNG THẨM*

1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN – ĐẶT VẤN ĐỀ

Sạt lở bờ sông đang là một vấn đề hết sức cấp bách.

Trên phương diện quản lý tài nguyên, sạt lở không những là vấn đề tổn thất tài nguyên quốc gia (sự thu hẹp quỹ đất dành cho phát triển kinh tế xã hội), mà còn là hiểm họa tự nhiên, gây thiệt hại cho tính mạng và tài sản của người dân. Ngoài ra, có thể thấy vấn đề biến đổi địa hình địa mạo do sạt lở đã khiến công tác quản lý địa giới và tài nguyên thổ nhưỡng trở nên khó khăn, ảnh hưởng rất nhiều đến dự báo qui hoạch, cả về không gian địa lý và thời gian dự báo cho các kế hoạch phát triển kinh tế địa phương.

Trên phương diện khoa học, giới khoa học chuyên ngành _ không những trong phạm vi cả nước Việt nam, mà còn trên phạm vi toàn cầu_ xem bài toán sạt lở là một hiểm họa thiên nhiên cần được nghiên cứu thấu đáo tỉ mỉ về khoa học và cụ thể về biện pháp hạn chế ảnh hưởng của nguy cơ này, do các giải pháp thiết kế xử lý thường tốn kém và độ bền vững yêu cầu rất cao.

Các vấn đề chung

Trong lãnh vực khoa học cơ học đất, vấn đề sạt lở đã được nghiên cứu rất nhiều về cơ bản (lý luận) và nghiên cứu ứng dụng, lấy xuất phát điểm trên nhiều lĩnh vực chuyên ngành khác nhau như địa chất, thổ nhưỡng, nông nghiệp, thủy văn, cơ học thủy khí, cơ học đất và cả trên lĩnh vực kinh tế (khai thác tài nguyên). Chỉ tính riêng về nhóm nguyên nhân cơ học, có thể kể sáu yếu tố cơ bản [1]:

Tải trọng trên bờ và neo đậu; có khi có sự góp phần của hoạt động xây dựng trên bờ do con người tạo ra (rung động do đóng cọc, gia tăng áp lực nước lỗ rỗng do ép cọc, lấn chiếm hành lang sạt lở, san lấp trái phép...)

Sóng vỗ (do tàu bè lưu thông và gió thổi qua diện rộng của sông rạch gây ra chiều cao sóng lớn);

Thủy triều lên xuống gây dòng thấm và mưa lũ/lũ rút;

Dòng chảy thay đổi do xói ngầm cơ học và quá trình vận động có tính động lực vật liệu tại lòng dẫn so với bờ (tính trạng con người khai thác cát quá mức);

Tình trạng lợ rửa muối làm tan rã cấu trúc khoáng vật đất trên bờ;

Xói lở đổi hướng hay sạt lở làm thay đổi địa mạo, tạo ra các khúc uốn, sạt lở di chuyển khu vực sang chỗ khác và phá hoại bờ liên tiếp xảy ra ở diện rộng hơn, có tính liên tiến. Đó là chưa kể chế độ thủy văn biến đổi phức tạp tại những khúc sông quanh

* Tiến sĩ, Phó Trưởng khoa Kỹ thuật & Công nghệ, Trường ĐHM TP. Hồ Chí Minh

hay ngã ba gây ra tính phức tạp trong việc đưa các yếu tố này vào nghiên cứu (trường hợp sự cố kè Phong Điền Cần Thơ).

Các nghiên cứu nước ngoài tiến hành trên quan trắc dài hạn chỉ ra rằng, nhìn chung, sạt lở phụ thuộc vào *yếu tố địa lý tự nhiên* (địa hình khúc sông, chế độ thủy triều thủy văn, tính chất của đất...) và *yếu tố tác động của con người* đến môi trường (tình trạng khai thác cát, lấn chiếm bờ sông, tàu bè di chuyển làm thay đổi vận tốc lưu của dòng và sóng vỗ tác động lên mái dốc...). Phân tích về *hệ số an toàn chống sạt lở*, các nghiên cứu đúc kết cho thấy, sạt lở hiếm khi chỉ do một nguyên nhân, mà thường là kết quả từ một chuỗi quá trình suy giảm hệ số an toàn theo thời gian, khởi đầu từ một trong các nguyên nhân nêu trên, sau đó lại do nguyên nhân phụ khác có tính nhất thời đã đột ngột làm sút giảm hệ số an toàn, kết thúc bằng phá hoại sạt lở xảy ra [2].

Đúc kết về giải pháp hạn chế sạt lở, rất nhiều nghiên cứu trong nước và trên thế giới cũng đã đúc kết được bốn nhóm giải pháp cơ bản [2], đó là:

- Hiệu chỉnh hình học và cải tạo vật liệu đắp mái dốc;
- Thoát nước;
- Làm kè, tường chắn;
- Gia cố nội bộ mái dốc (sử dụng đất có cốt, neo chốt đất, dùng vi cọc, trồng cỏ có rễ sâu Vetiver...)

Mỗi giải pháp đều có ưu, nhược điểm và phạm vi áp dụng riêng biệt cho từng trường hợp cụ thể. Thí dụ: giải pháp neo ít thích hợp khi nền đất yếu vì biến dạng quanh neo của đất rất khó xác định [2]; hoặc giải pháp gia cố nội bộ mái dốc bằng cỏ vetiver thường tốn kém [3] ... Có khi biện pháp là tổng hợp của hai hay nhiều hơn các giải pháp trong số các giải pháp nêu trên. Nói cách khác, phải căn cứ vào đặc điểm sạt lở tại từng địa phương (căn cứ vào tập hợp số liệu quan trắc và tính tin cậy của chúng), phương pháp xử lý được chọn lọc một cách tương thích, thì mới giải quyết căn cơ được bài toán.

Một vấn đề khác không kém phần quan trọng, đó là tính khả thi trong các giải pháp xử lý. Tác giả bài báo này muốn nói đến hiệu quả về kinh tế và kỹ thuật. Ai cũng nhận thức là phải đi sâu nghiên cứu giải pháp xử lý sao cho đảm bảo tính bền vững và cân bằng giữa kinh tế và kỹ thuật, nhưng thực tế chỉ mang tính chung chung và chưa được sát hợp thực tiễn. Thí dụ, có ý kiến cho rằng vật liệu cần được bơm phụt [tác giả Đặng Hữu Diệp, báo SGGP số ra ngày 22-6-2008], tuy nhiên có thể thấy, giải pháp được đề xuất này rất tốn kém, nước ta chưa có qui trình qui phạm và rủi ro thất bại là rất cao khi bơm phụt phản tác dụng (làm trôi sạt thêm đất do áp lực bơm phụt vượt áp lực cột đất), nhất là đối với đất ven sông và đồng bằng sông Cửu Long vốn có tính thấm rất kém và đòi hỏi bơm phụt rất sâu. Trên thực tế, trong điều kiện công nghệ của nước ta, giải pháp bơm phụt chưa thể bảo đảm chắc chắn thành công. Trong điều kiện sạt lở diễn biến đa dạng, biến động không ngừng và phức tạp, các biện pháp có tính kế hoạch được dự trù từ lúc đầu, thường không phù hợp thực tế, phát sinh nhiều yếu tố khác biệt với tiên lượng... diễn ra vào lúc sau, rất nhiều yếu tố ban đầu tưởng là chủ động, đã trở

thành bị động, như: từ lúc khảo sát đến vài năm sau đó lúc thi công địa hình đã thay đổi rất nhiều, hoặc riêng trong giai đoạn thiết kế, các sơ đồ tính trong đó cung trượt dạng khối trượt cong trong đó tỉ lệ bán kính cung trượt theo độ sâu hay biên độ triều... không được quan tâm nghiên cứu; hoặc mực nước ngầm thay đổi khác khảo sát đến suốt giai đoạn thi công trên nền đất yếu và bất lợi về chế độ thủy triều thủy văn (thi công phụ thuộc con nước, khối lượng phát sinh do thực tế sai khác) dẫn đến giá trị công nghệ rất cao, và diễn biến xấu trong quá trình thi công... Có thể thấy vấn đề tìm kiếm một/nhóm biện pháp sao cho linh hoạt, ít tốn kém, khả thi và chủ động trong từng hoàn cảnh, có ý nghĩa hết sức thiết thực.

Xem ra bài toán nghiên cứu giải pháp chống sạt lở quá phức tạp và đầy thách thức!

Một vấn đề riêng

Có một số vấn đề cần đưa vào xem xét bổ sung, như sau:

- Xem xét bài toán sạt lở khi trượt theo khối 3D, trong điều kiện mùa nước nổi và chế độ bán nhật triều; cũng cần nói thêm, trong giai đoạn phát triển hiện tại kỷ nguyên 21, mô phỏng 3D các vấn đề địa kỹ thuật được đề xuất là một trong những vấn đề thách thức lớn của công tác nghiên cứu khoa học địa kỹ thuật [2]

- Giải pháp bổ sung nhằm vô hiệu hóa ảnh hưởng của dòng thấm hình thành khi thủy triều rút xuống;

- Nâng cao khả năng chống trượt của đất

- Chịu được áp lực do sóng vỗ

- Kể đến điều kiện động lực học dòng lưu phức tạp tại địa hình Đồng Bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL) trước nguy cơ xói mòn cơ học đáy sông

Mục tiêu của nghiên cứu

Mục tiêu lâu dài của nghiên cứu được phát biểu là một mô hình toán học _nghĩ đến hệ thống thông số hoặc phương trình về hình học vật liệu và tham số chủ yếu chi phối mạnh nhất _ cai quản những thông số bên trong biểu thức của hệ số an toàn ổn định của đất bờ sông trong điều kiện bài toán trượt khối kiểu không gian và điều kiện thủy văn tại ĐBSCL.

Mục tiêu trước mắt của nghiên cứu này là nhóm dữ liệu đúc kết từ những nghiên cứu đã có về sạt lở khu vực ĐBSCL từ 1984 đến 2004, có cập nhật bằng số liệu đo đạc thực tế dựa trên [7], để thiết lập hệ thống biến số đưa vào mô hình tính toán sau này.

Đối tượng nghiên cứu là bờ sông Tiền, vốn có tốc độ sạt lở và mức độ thiệt hại lớn hơn một số khu vực khác (theo [1], trang 145,177). Để nghiên cứu có ích, nghiên cứu này lấy phạm vi hẹp là tại tỉnh Đồng Tháp, đoạn qua các huyện Cao Lãnh, Sa Đéc, Thường Phước thuộc Hồng ngự , là những khu vực có nguy cơ phá hoại lớn nhất (theo [1], trang 163).

2. GIẢ THIẾT – CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA NGHIÊN CỨU

2.1 Một số giả thiết

- *Giả thiết về tiến trình suy giảm hệ số an toàn theo thời gian*

Nghiên cứu này được tiến hành dựa trên nền tảng kế thừa kết quả nghiên cứu của [2] về tiến trình suy giảm hệ số an toàn. Có thể nhận thấy giả thiết về một tiến trình suy giảm áp lực bị động tương ứng với tình trạng chân mái dốc bị xói lở, hệ số an toàn giảm mạnh; thêm vào đó, các thời điểm mưa lũ kéo dài, hệ số an toàn tụt giảm đột ngột và kết thúc bằng một tiến trình gia tải/chịu tải phụ ngoài dự kiến trong thiết kế.

- *Giả thiết để thu hẹp phạm vi nghiên cứu:* Đứng trước vấn đề sạt lở, có nhiều nguyên nhân và yếu tố không chắc chắn mà muốn xác lập nhóm yếu tố và nguyên nhân chủ yếu chi phối mạnh mô hình tính toán, cần tổ chức đo đạc điều tra thu thập dữ liệu trên qui mô lớn. Vì vậy, mô hình nghiên cứu trước tiên cần thu hẹp phạm vi nghiên cứu, lựa chọn nguyên nhân chủ yếu theo *định tính* (có dựa trên những nghiên cứu đã có). Trong chiều hướng nêu trong nghiên cứu này, tác giả nhận định *nguyên nhân thứ ba trong sáu nguyên nhân nói trên* là chủ yếu mang tính thường xuyên được đưa vào nghiên cứu: ảnh hưởng của mưa nhiều ngày và thủy triều rút xuống gây dòng thấm. Từ đây, một số tính toán định lượng về tác động bên ngoài (mưa) và tác động bên trong (nước thủy triều rút xuống gây dòng thấm qua đất) dẫn đến sự sạt lở được tiến hành có tính sát thực hơn.

- *Không xét sự tan rã do nước rửa lũ sau ngọt hóa (nước ngọt tràn vào và rút ra) và động lực học dòng xói ngầm cơ học do thay đổi lòng dẫn của quá trình khai thác cát ở lòng sông.*

Những thay đổi vi mô về quá trình tan rã của cấu trúc đất_vốn là một trong ba thuộc tính cơ bản của đất khu vực ĐBSCL là xói ngầm cơ học, tan rã và hóa lỏng_ khi nước chen vào bên trong các cấu trúc hạt khoáng của đất gây mất mát độ bền thực sự rất phức tạp và cần có những dữ kiện thí nghiệm và quan sát bằng kính hiển vi, mà nghiên cứu này chưa có điều kiện tiến hành.

Tương tự, quá trình khai thác cát đáy sông làm thay đổi địa hình (cụ thể là độ dốc mặt cắt ngang của sông) cũng cần có những số liệu thống kê mà nghiên cứu này chưa tập hợp được.

- *Không xét khu vực biến tướng địa hình dòng sông tại các khúc uốn.*

Dĩ nhiên, độ cong của khúc sông có ảnh hưởng to lớn đến lưu tốc dòng và theo đó, độ dốc lòng giường sông. Tuy nhiên, để có thể xét yếu tố này, nghiên cứu lấy dữ liệu bất lợi nhất về sóng vỗ vào bờ sông từ các quan trắc có xét độ cong của khúc sông và hướng tác kích của sóng vào bờ [3]

- *Xem xét điều kiện địa chất tiêu biểu dọc sông Tiền: Kiểu mặt cắt Sa đéc (Hồng Ngự)*

Khu vực dọc sông Tiền có cấu tạo địa chất điển hình hai lớp như sau:

- < độ sâu 10m (<16m): Bùn sét kẹp lớp cát mịn kém chặt đến chặt vừa, trạng thái chảy. Lớp này có đặc điểm là mới hình thành, chưa được nén chặt tự nhiên và các hạt chưa/không gắn kết (vì là cát mịn, chứa nhiều muối hòa tan do có nguồn gốc sông biển hỗn hợp). Mực nước ngầm thường xuất hiện ổn định tại độ sâu 1.5m

- Từ 10m (16m) đến < 40m (50m) kế tiếp: Bột-sét pha cát, Bùn sét kẹp lớp cát hạt nhỏ kém chặt đến chặt vừa. Lớp này hình thành trong kỷ Pleistocen. Lớp bùn sét thì có tính cách nước tương đối tốt, còn lớp cát mịn lại chứa nước tương đối. Riêng lớp cát thì có hệ số đồng đều >10. Chính vì đặc điểm bị “phong bế” này, nước trong lớp cát sẽ có áp, đôi chỗ có túi khí, chỉ cần biến đổi dòng (do nạo vét hay động lực học dòng lưu ngầm chẳng hạn) khí sẽ bực ra từ những vùng chân không cục bộ, gây mất ổn định đột ngột.

(Bên dưới độ sâu 40 mét đến > 50m là cát hạt nhỏ hạt mịn, kém chặt đến chặt vừa, cấu trúc hạt đều, khá tròn cạnh, có dòng chảy ngầm với gradient thủy lực cao, tiềm tàng khả năng xói ngầm).

Cũng cần nói rõ thêm, khu vực huyện Hồng ngự tuy không phải đầu nguồn như An Giang, nhưng là một điểm nóng về tình trạng sạt lở bờ sông với tốc độ sạt lở thuộc nhóm cao nhất khu vực ĐBSCL, được chọn là đối tượng khu vực nghiên cứu.

• *Điều kiện thủy văn tiêu biểu dọc sông Tiền:*

Nghiên cứu lấy giả thiết là thời điểm tiến hành vào cuối mùa khô và sau khi lũ rút (tháng 7 đến tháng 12 hàng năm, lũ lớn nhất khoảng tháng 10). Lũ rút nhanh từ mực lũ cao đến 5m, nhưng biên độ lũ có thể lấy từ 3,5 đến 4m (theo [1], trang 153), trong khi tốc độ truyền lũ không cao 1,5 đến 2km/h (bình thường nếu không gặp triều cường).

Vận tốc dòng chảy mùa lũ có tài liệu ghi nhận được là khá lớn $V_{max} = 1.5 \text{ m/s} \sim 3 \text{ m/s}$ và lớn hơn rất nhiều vận tốc cho phép không gây xói.

Biên độ triều 3.5 đến 4m (bằng biên độ lũ).

Tóm lại, có thể xem như đất mềm yếu của lòng sông lẫn bờ sông bị ngập sâu và lâu trong lũ (Từ 90 ngày đến 150 ngày)

• *Các giả thiết về mô hình 3D theo điều kiện địa hình thực tế của bài toán*

Theo quan trắc từ thực tế, cung trượt sạt lở ít là hình phẳng để các sơ đồ phẳng 2D tính bằng phần mềm thương mại là sát hợp. Nói khác đi, cung trượt thường là mặt cong. Như vậy giả quyết bài toán phẳng _ theo đó các sóng xung kích thẳng _ là không thực tế.

Tuy nhiên, để có thể tính toán được, nghiên cứu này được tiến hành theo sơ đồ 3D, nghĩa là có xét hình dạng cung trượt cong trên mặt bằng.

2.2 Cơ sở khoa học dùng trong nghiên cứu

2.2.1 Các thông số địa chất công trình (theo [6])

	Lớp 1	Lớp 2
Thành phần hạt: 0.05-0.25mm:	22%	41

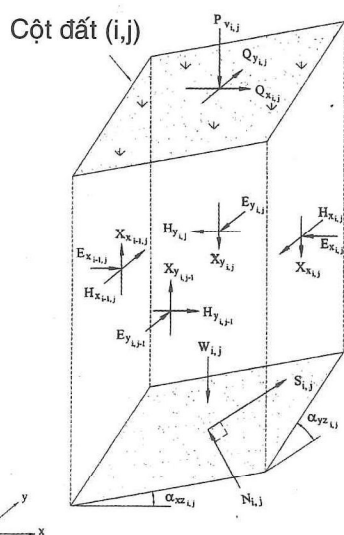
	0.005-0.05mm:	32%	36
	<0.005:	46%	23
Độ ẩm tự nhiên:		62 %	42.24
Dung trọng kN/m ³	tự nhiên:	16,2	17.6
	Khô	9.9	12.3
Tỉ trọng hạt		2.64	2.65
Hệ số rỗng e ₀		1.66	11.6
Độ bão hòa		99.2	96.46
Giới hạn chảy		58.62	33.76
Giới hạn dẻo		33.76	21.33
Chỉ số dẻo I _p		24.86	11.78
Độ sệt B		1.14	1.71
Góc ma sát trong (độ)		6	9
Lực dính (kPa)		11	4
Hệ số nén lún a ₁₋₂ (cm ² /kG)		0.105	--
Modun tổng biến dạng (kG/ cm ²)		15	--
Sức nén đơn trục q _u (kG/ cm ²)		0.39	0.13
Chỉ số xuyên động N		Không có	--
Hệ số thấm k (cm/s)	Không thí nghiệm, lấy = a. 10 ⁻⁷ cm/s		

2.2.2 Các thông số về mặt cắt mái dốc và đáy sông

Dữ liệu quan trắc hình dạng ban đầu của mái dốc rất phân tán do tính đa dạng của khu vực sạt lở. Trong nghiên cứu này, hình dạng ban đầu của mái dốc lấy theo [3] có kết hợp hình ảnh chụp thực tế, lấy theo [7].

2.2.3 Biểu thức về hệ số an toàn trượt theo mô hình 3D

Theo [4], hệ số an toàn ổn định (HSATÔĐ) cho mô hình 3D toàn khối trượt được viết như sau:



Phân khối 3D dùng trong tính toán hệ số an toàn ổn định khối trượt [4]

$$FS = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n S_{f_{i,j}}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n S_{i,j}} \quad (1)$$

trong đó $S_{f_{i,j}}$ là độ bền của đất ở các cột đất 3 chiều tính theo tiêu chuẩn phá hoại Mohr – Coulomb; biểu thức của $S_{f_{i,j}}$ là $S_{f_{i,j}} = C_{i,j} + (N_{i,j} - U_{i,j}) \cdot \tan \varphi_{i,j}$ (2)

trong đó $S_{i,j}$ là độ bền *huy động* (mobilized) được tính như biểu thức sau:

$$S_{i,j} = \frac{\left\{ C_{i,j} + \frac{-(W_{i,j} + P_{vi,j}) - \Delta X_{xi,j} - \Delta X_{yi,j} - U_{i,j}}{g_{3i,j}} \cdot \tan \varphi_{i,j} \right\}}{\left(F_{S_x} \frac{\sin(\theta_{i,j} - \alpha_{i,j})}{\sin \theta_{i,j}} + \frac{f_{3i,j} \tan \varphi_{i,j}}{g_{3i,j}} \right)} \quad (3)$$

Các thông số như $\theta_{i,j}$, $\alpha_{i,j}$ lần lượt là các góc nghiêng của tiếp tuyến tại điểm giữa các phân khối 3D chiều ngang và chiều dọc của mặt trượt hình cầu. $g_{3i,j}$ và $f_{3i,j}$ là các vectơ đơn vị của độ bền S_{ij} và lực pháp tuyến N_{ij} , $\Delta X_{xi,j}$, $\Delta X_{yi,j}$ là gia số lực cắt trên diện tiếp xúc $X_{xi,j}$ và $X_{yi,j}$ (xem hình vẽ bên). Các ký hiệu khác có ý nghĩa tương tự bài toán tính HSATÔĐ trên sơ đồ phẳng, đề xuất bởi Bishop và Janbu [5].

3. THẢO LUẬN

- Biểu thức (1) về HSATÔĐ khối trượt 3D tỏ ra không giống với biểu thức HSATÔĐ bài toán 2D được giới thiệu trong các văn liệu hay giáo trình cơ học đất; nói rõ hơn, đối với bài toán 2D, HSATÔĐ là tỉ số mômen chống xoay với mômen gây xoay theo các tâm trượt và cung trượt định sẵn (tính toán số lượng rất lớn cung trượt dựa trên máy tính điện tử).

- Biểu thức HSATÔĐ không chứa số hạng do áp lực thủy động phát sinh do dòng thấm khi mưa lũ rút xuống; tuy nhiên, biểu thức (1) chấp nhận được khi xét khối trượt ngâm dài ngày trong đất.

4. KẾT LUẬN

Các nghiên cứu đã có đã chỉ ra sáu nguyên nhân cơ bản gây sạt lở; bên cạnh đó, vẫn còn rất nhiều yếu tố không dễ xác định một cách chắc chắn khi nghiên cứu rất ráo bài toán sạt lở, nhất là khi diễn biến *trên thực tế luôn biến động* cả về không gian và thời gian, địa lý, địa chất thủy văn và môi trường của khu vực nghiên cứu.

Tổng quan các nghiên cứu đã có về các biện pháp hạn chế sạt lở cho thấy tuy có bốn nhóm giải pháp cơ bản được rút ra, nhưng thường tổ hợp những giải pháp rất cần được kết hợp trong một mô hình tính toán hợp lý, sát thực. Vì vậy, bài báo này đề xuất sử dụng mô hình phân tích ổn định mái dốc theo sơ đồ hình học không gian của khối trượt, tương ứng với điều kiện về tải trọng, tác động, địa hình địa mạo và địa chất thủy văn của khu vực ven sông Tiền, vốn là một điểm nóng về sạt lở, tốc độ sạt lở cao và có nhiều nghiên cứu đã có.

Nghiên cứu này được tiến hành bằng cách xem xét tổng quan một cách thận trọng tất cả mọi yếu tố của bài toán, làm nền tảng khởi phát cho những nghiên cứu sâu hơn trên lý thuyết về tính toán hệ số an toàn ổn định khối trượt 3D, để đích nhắm sau cùng là chỉ ra được giải pháp/nhóm giải pháp thích hợp nhất để hạn chế hiểm họa thiên nhiên vốn rất lâu dài và "khó trị" này. Trên tinh thần cầu thị, để có thể hiểu biết thêm từ

những tri thức/trải nghiệm thực tế trước khi bắt tay vào tính toán, tác giả hết sức mong muốn nhận được nhiều những góp ý bổ sung của các nhà khoa học, giáo sư giảng viên trong ngoài trường, đặc biệt từ những người dân đã từng sống, am hiểu về dòng sông và mảnh đất quê hương mình, Đồng Bằng Sông Cửu Long.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả nghiên cứu này trân trọng cảm ơn Tiến sĩ Samuel Patton Clemence, Giáo sư danh hiệu Meredith (Meredith Professor), Khoa Kỹ thuật Xây dựng và Môi trường, Đại học tổng hợp Syracuse, NewYork đã nhiệt tình góp ý cho bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Proceedings và Kỷ yếu Hội thảo “Các vấn đề địa chất, địa chất công trình.” (2000), Viện KHTLMN, tập 1 và 2.
- [2] Mihail E. Popescu, (không rõ năm), “*Landslide causal factors and landslide remediatial options*”, theo <http://www.geoengineer.org/Lanslides-Popescu.pdf>
- [3] Tuyển tập tài liệu đúc kết 20 năm nghiên cứu của Viện khoa học thủy lợi miền Nam, Viện KHTLMN, tập 1 và 2, NXB KHKT.
- [4] Ching-Chuan Huang *et al* (2002), “*Generalized method for 3D slope stability Analysis*”, journal of geotechnical and geoenvironmental engineering, Oct./02, trang 836 – 848.
- [5] Janbu, N. (1973), “*Slope stability computations.*”, Tạp chí Embankment – Dam Engineering, Casagrande Volume, NXB Wiley, NewYork, trang 47-86.
- [6] Tập thể tác giả, Phạm Xuân chủ biên (1984), “*Những vấn đề Địa chất công trình*”, tập 1, NXB Xây Dựng, Hà Nội, trang 28-34.
- [7] Các luận văn Thạc sĩ kỹ thuật ngành Công trình trên nền đất yếu, bảo vệ từ 2002 đến 2008 tại Khoa Kỹ thuật Xây dựng, trường Đại Học Bách Khoa, ĐHQG-HCM.

TÓM TẮT

Bài báo đề cập đến một số khảo cứu ban đầu về tình trạng sạt lở ven bờ sông Tiền, làm dữ liệu cơ sở cho các nghiên cứu biện pháp đối phó với hiểm họa thiên nhiên này tại một khu vực tiêu biểu.

SUMMARY

This article deals with some preliminary considerations to landslide of Tien's Riverbank, that serve as fundamental bases for analysis on measures against this natural hazard in the typical area.