

TÌM KIẾM GIẢI PHÁP CHI PHÍ THẤP THÂN THIỆN VỚI TỰ NHIÊN ĐỂ XỬ LÝ SẠT LỎ, BẢO VỆ BỜ SÔNG Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Trịnh Công Vần¹, Trần Minh Tuấn², Nguyễn Quốc Tú³, Kazuya Yasuhara⁴, M. Tamura⁴,
Trần Hoàng Hân⁵

¹ Viện đổi mới công nghệ thủy lợi Mekong; ² Viện KHTL Miền nam; ³ Công ty Giải pháp sáng tạo Mekong;

⁴ Institute for Global change Adaptation Science, Ibaraki University, Japan;

⁵ Học viên cao học lớp CT1601- Trường Đại học GTVT thành Phố HCM

Tóm tắt:

Bài báo trình bày tình hình sạt lở bờ sông, kênh rạch ở ĐBSCL và phân tích các giải pháp bảo vệ bờ đã và đang được áp dụng. Tác giả cũng trình bày kết quả áp dụng thành công giải pháp mềm có chi phí thấp để xử lý sạt lở bờ sông tại Tiền giang, Thành phố Hồ Chí Minh, Đồng Tháp đồng thời nêu lên những khó khăn khi áp dụng các giải pháp mới bảo vệ bờ sông tại Việt nam.

Từ khóa: Xử lý sạt lở, bảo vệ bờ sông, thảm cát; bao cát sinh thái; giải pháp mềm bảo vệ bờ.

I. Tình hình sạt lở bờ sông và các giải pháp xử lý ở Đồng bằng sông Cửu Long

1. Tình hình sạt lở bờ sông:

Hệ thống sông ngòi - kênh rạch chằng chịt là một trong những đặc trưng nổi bật nhất của Đồng bằng sông Cửu long (ĐBSCL). Kênh rạch không chỉ làm nhiệm vụ tưới, tiêu, thoát lũ cho nông nghiệp mà còn là hệ thống giao thông thủy đặc biệt quan trọng đối với mọi hoạt động kinh tế-xã hội trong vùng. Dọc theo các dòng sông, các con kênh là cư trú, sinh hoạt “trên bến, dưới thuyền” của hàng triệu người dân vùng Đồng bằng. Ngày nay các vùng dân cư dọc theo các tuyến kênh đã và đang trở nên trù phú, hiện đại; các thị trấn, thị tứ cũng hình thành và phát triển sát khu vực bờ sông, kênh.

Tuy nhiên, ĐBSCL lại là vùng đất mới phát triển nhờ sự bồi đắp phù sa của sông Mekong chừng vài nghìn năm gần đây. Những con sông chính vẫn trong thời kỳ biến đổi lòng dẫn. Các kênh rạch mới được đào trong vòng vài chục năm đến nay cũng không ngừng bị

biến đổi hình thái do sự tương tác giữa dòng chảy luôn thay đổi trong năm, giữa các mùa, thậm chí thay đổi trong ngày và lòng dẫn vốn là đất mềm yếu phân bố hầu hết ở ĐBSCL. Hàng trăm điểm sạt lở thường xuyên đã được xác định trên các tuyến sông chính như sông Tiền, sông Hậu và các nhánh sông tại hầu hết các địa phương. Còn nhiều hơn thế các điểm sạt lở cục bộ trên các kênh rạch nhỏ hơn không có điều kiện được khảo sát và chưa được đưa vào các ghi chép nghiên cứu. Sạt lở trên các tuyến kênh rạch ở ĐBSCL ngày càng trở nên nghiêm trọng do nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội, con người tác động ngày càng nhiều hơn vào thiên nhiên. Thiệt hại do sạt lở ngày một lớn hơn do quy mô, mức độ sạt lở và đời sống kinh tế xã hội dân cư ven sông cũng đã cao hơn trước đây. Không chỉ có thiệt hại về tài sản, sạt lở bờ sông còn có nguy cơ thiệt hại về con người nếu không đối phó và di dời kịp thời.



Hình 1. Sạt lở các tuyến đường nông thôn ở Tiền giang, Vĩnh Long

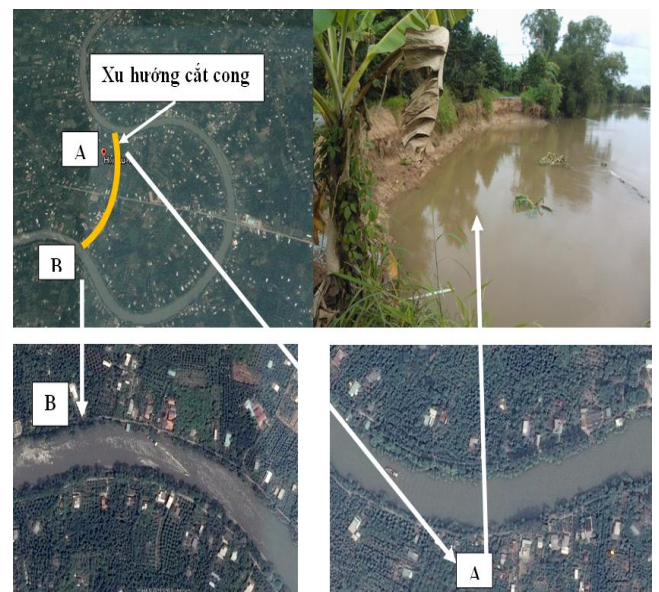


Hình 2. Sạt lở quốc lộ 91 (trái) và kế tòa nhà Vincom, Cần Thơ (phải)

Sạt lở bờ sông khu vực ĐBSCL do 3 nguyên nhân khách quan chính là: (1) Sự thay đổi tính chất cơ học của đất hai bên bờ sông vào đầu mùa mưa hàng năm kết hợp với sự dao động mực nước dưới sông làm khối đất bờ sông mất ổn định; (2) Sự bào mòn lòng sông và bờ sông bởi tập trung dòng chảy về một phía tại khúc sông cong và (3) Tác động của sóng do tàu thuyền lưu thông hoặc kết hợp hai hoặc cả ba nguyên nhân trên. Các hoạt động của con người trong đó các công trình hạ tầng xây dựng quá gần sông, các công trình lấn lòng sông như bến phà, mố cầu, khu dân cư ... là những nguyên nhân chủ quan đóng vai trò không nhỏ đối với tình trạng sạt lở bờ sông.

Sạt lở tại các khúc sông cong chiếm đa số, cả hai chiều dòng chảy (nước lên và nước rút), trường dòng chảy tập trung về phía bờ cong lõm tạo nên một phần lòng sông có vận tốc lớn, mạnh động do xáo trộn bởi dòng chảy vòng tác động mạnh vào bờ sông gây xói sâu, tạo hàm ếch cho đến khi mất cân bằng thì toàn bộ khối đất bờ sông trượt xuống hố sâu

nhẹ nhàng làm cắt đứt tuyến đê bao hay đường giao thông ven sông. Trong quá trình xây dựng các tuyến đê bao, người ta đã đào đất ngay dưới lòng sông đổ lên làm đê tạo nên các hố sâu cũng làm cho quá trình sạt lở nhanh chóng hơn.



Hình 3. Sạt lở đoạn sông cong và xu hướng cắt dòng

2. Các giải pháp kỹ thuật đã được áp dụng:

Trong những năm qua chính quyền các cấp từ Trung ương tới địa phương đã quan tâm đầu tư xây dựng một số công trình bảo vệ bờ sông nhằm hạn chế những thiệt hại do sạt lở đối với tài sản và tính mạng của nhân dân. Bên cạnh những nghiên cứu nhằm cảnh báo phục vụ việc di dời dân cư, các hạ tầng cơ sở quan trọng ra khỏi vùng nguy hiểm, việc nghiên cứu ứng dụng nhiều biện pháp kỹ thuật xây dựng các công trình bảo vệ bờ sông cũng đã được áp dụng rộng rãi tại khu vực.

Một số hình thức gia cố bảo vệ bờ sông đã và đang được áp dụng trong các dự án đầu tư bằng kinh phí của nhà nước ở khu vực ĐBSCL có thể nêu ra sau đây:

- (1) Gia cố mái sông tự nhiên bằng Thảm đá;
- (2) Gia cố mái sông tự nhiên bằng các lăng trụ bê tông, hay tấm đan bê tông cốt thép;
- (3) Gia cố mái sông tự nhiên bằng thảm bê tông tự chèn;
- (4) Kè đứng bảo vệ bờ bằng cừ BTCT dự ứng lực;
- và (5) Kè đứng bằng tường chắn đất truyền thống BTCT trên nền cọc;



Hình 4. Tường kè bê tông dự ứng lực (trái) và Sử dụng tấm BT đúc sẵn tự chèn (phải)



Hình 5. Thi công kè mái bằng thảm đá tại sông Tiền

Hầu hết các công trình được đầu tư lớn với

các kết cấu bền vững đã có tác dụng ngăn

chặn quá trình sạt lở bờ sông, đôi chỗ kết hợp là hạ tầng chỉnh trang đô thị. Tuy nhiên cũng còn nhiều công trình xây dựng quá quy mức so với hiện trạng khu vực đất được bảo vệ, một số kè sông kiên cố bằng BTCT chỉ để bảo vệ khu vực đất nông nghiệp vừa tỏ ra tốn kém mà lại không phù hợp với tự nhiên. Khái niệm

“công trình đẹp” hiện nay vẫn đề nói về các kè sông được xây dựng kiên cố hơn là các công trình gần gũi với tự nhiên. Không ít các công trình được xây dựng bằng kết cấu BTCT vẫn không thể kiên cố và sụp đổ ngay khi còn chưa đưa vào sử dụng.



Hình 6. Hư hỏng kè mới xây dựng tại sông Bảo Định, Tiền Giang (trái) và kè sông Đồng Nai (phải)

Trong điều kiện không có sự đầu tư của nhà nước, người dân các vùng ĐBSCL đã áp dụng những biện pháp công trình đơn giản hơn để bảo vệ bờ sông. Công trình chủ yếu được xây dựng bằng các loại vật liệu sẵn có ở địa phương và do người dân tự làm để bảo vệ nhà, giữ đất, ruộng vườn bao gồm: (i) trồng cây, cỏ chống xói, chống sóng bảo vệ bờ ; (ii)

công trình sử dụng các loại phen liếp (tre, cọc tràm, ...) kết hợp với cọc, cừ gỗ để bảo vệ bờ; (iii) sử dụng các bao tải cát, xà bần (gạch vỡ), đá học đổ kết hợp với cọc, cừ gỗ bảo vệ bờ với kinh phí xây dựng công trình khoảng 3 - 10 triệu đồng/1m dài; Các giải pháp do người dân thực hiện cũng đã khắc phục kịp thời tình hình sạt lở ở một số đoạn bờ sông.



Hình 7. Gia cố bờ bằng cọc gỗ có neo (trái) và các phen cây đơn giản (phải)

Tuy nhiên, các công trình đơn giản thường có thời gian sử dụng ngắn, các loại phen liếp, cọc cừ gỗ dễ bị mục nát trong môi trường mực nước, nhiệt độ thay đổi, nhất là ở các

vùng có mực nước dao động do triều. Việc trồng các loại cây chắn sóng cũng chỉ áp dụng ở một số vị trí phù hợp.

Một số giải pháp công trình bán kiên cố đã

được xây dựng để bảo vệ xói lở bờ sông dưới tác động của dòng chảy và sóng, tại các vị trí sông có độ sâu vừa phải, vận tốc dòng chảy không quá lớn. Hình thức công trình bảo vệ bờ thường gặp là tường chắn bằng rọ đá, đá hộc xây hay cọc bản bê tông cốt thép loại nhỏ với mức đầu tư khoảng 10-15 triệu đồng cho

một mét dài bờ sông. Khi xây dựng các công trình bán kiên cố, người dân chỉ quan tâm bảo vệ phần trên mái bờ sông, chưa quan tâm hoặc ít quan tâm đến việc chống xói chân kè; chỉ sau thời gian ngắn, phần thân kè bị hư hỏng cho chân kè bị xói sâu.



Hình 8. Các hình thức bảo vệ bờ bán kiên cố và sự hư hỏng công trình sau thời gian ngắn

3. Nhận xét chung :

Tình trạng sạt lở bờ kênh, sông trong khu vực ĐBSCL càng ngày trở nên nghiêm trọng về quy mô và trên diện rộng khắp các địa phương, gây nhiều thiệt hại về tài sản, nguy cơ đến tính mạng của nhân dân đòi hỏi công tác xây dựng các công trình bảo vệ bờ ngày càng nhiều hơn. Các giải pháp đã được áp dụng để xử lý sạt lở bờ sông ở ĐBSCL với các hình thức và quy mô khác nhau đã góp phần quan trọng vào việc khắc phục kịp thời một số điểm sạt lở.

Tuy nhiên chi phí của các giải pháp công trình cứng (grey solution) còn khá cao; trong khi giải pháp này có thể phù hợp tại các khu vực đô thị thì lại tỏ ra không thân thiện với tự

nhiên ở các khu vực đất nông nghiệp hoặc dân cư nông thôn. Chi phí cao đòi hỏi nguồn sách cho giải quyết các điểm sạt lở rất lớn mà nhà nước và các địa phương không thể bố trí được dẫn tới hàng trăm điểm sạt lở cục bộ khu vực nông thôn mặc dù cũng rất nghiêm trọng nhưng chưa được quan tâm giải quyết, đời sống người dân địa phương trở nên khó khăn.

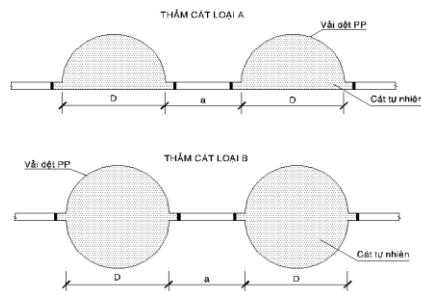
Chính vì thế, việc tìm kiếm các giải pháp có chi phí thấp, thân thiện với tự nhiên (green solution) là rất cần thiết vì nó cho phép với một giới hạn của tài chính chúng ta có thể bảo vệ được nhiều đất đai và con người hơn đồng thời hạn chế tác động đến môi trường sinh thái tự nhiên của khu vực.

II. Giải pháp xử lý các điểm sạt lở ở Đồng bằng sông Cửu Long bằng các kết cấu mềm

Các kết cấu mềm trình bày trong bài báo này được chế tạo từ vật liệu vôi địa kỹ thuật hoàn toàn có thể sản xuất trong nước phù hợp với điều kiện tự nhiên và vật liệu sẵn có của các địa phương.

Kết cấu Thảm cát đã được PGS.TS. Trịnh Công Vấn đề xuất năm 2002 [2]. Thảm cát được thiết kế là 2 lớp vôi địa kỹ thuật được may lại tạo thành “thảm” gồm các “ống” để bơm cát vào. Các mẫu thảm được thiết kế có

đường kính thay đổi $D=20, 25, 30, 50\text{cm}$ tùy theo hoàn cảnh sử dụng. Thảm được thiết kế gồm 2 loại có ống cát hình bán nguyệt (A) được đặt tên VTH-A20, VTH-A25, VTH-A30; và ống cát hình tròn (B), được đặt tên VTHB20, VTH-B25, VTH-B30. Một thử



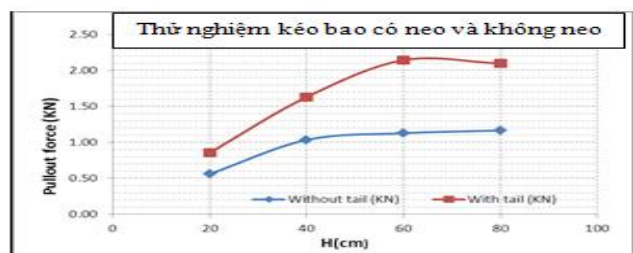
Hình 9. Kết cấu thảm cát (trái) và thử nghiệm trên sông Sài gòn năm 2002 (phải)

Kết cấu bao cát sinh thái được nhóm nghiên cứu gồm một số học viên cao học quốc tế Việt – Bỉ của PGS. TS. Trịnh Công Vần thiết kế và áp dụng từ năm 2012. Các bao cát được chế tạo bởi loại vải địa kỹ thuật không dệt (woven geotextiles) với các kích thước khác nhau. Trong điều kiện thi công hoàn toàn bằng thủ công, kích thước cơ bản của bao cát sau khi được đổ cát và xếp vào vị trí là $70 \times 20 \times 40\text{cm}$. Bao cát có neo được may bổ sung thêm phần neo rộng 50cm đã được thử nghiệm kéo ra khỏi khối xếp mái cho thấy khả năng neo giữ cao gần hai lần so với bao không có neo.

Kết cấu bao cát kích thước lớn được nhóm nghiên cứu thiết kế thực chất là một đoạn ống địa kỹ thuật với kích thước phù hợp với thiết bị thi công, đặc tính vật liệu cát bơm vào bao và quy mô hố xói hoặc đoạn sạt lở yêu cầu. Các bao cát lớn có các cửa để bơm cát vào trước khi được đặt xuống lòng sông. Năm 2019, các bao cát lớn có thể chứa được 5 và 10 mét khối cát đã được thiết kế, chế tạo và sử dụng cho công trình xử lý sạt lở ở Đồng Tháp.



Xếp thử bao sinh thái

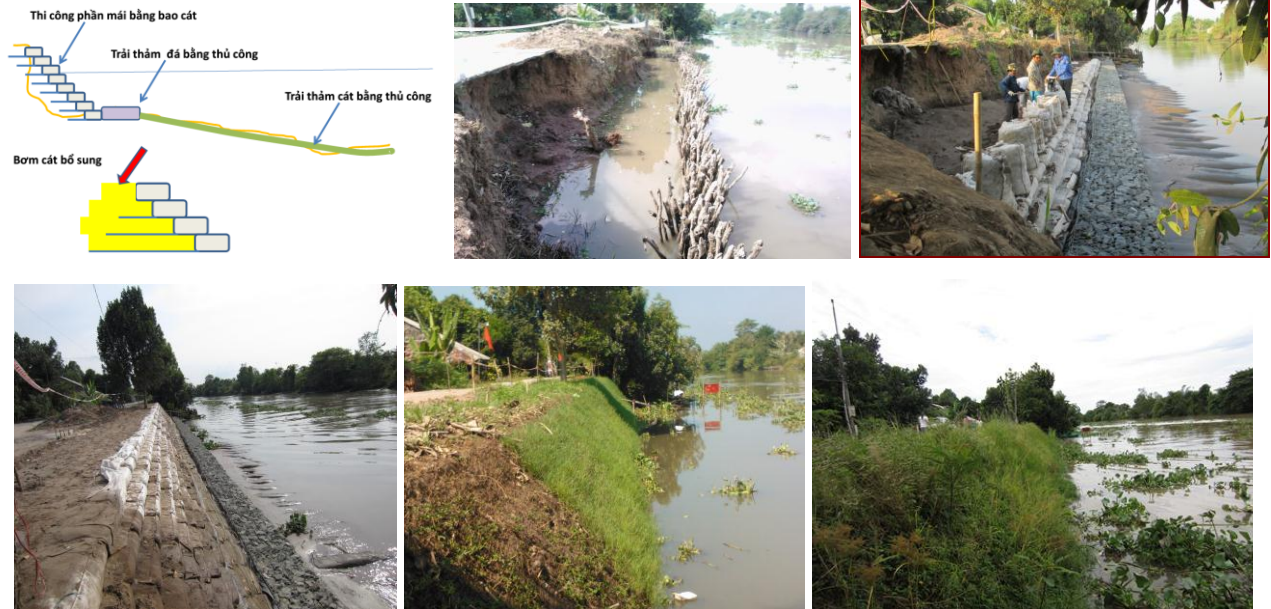


Hình 10. Quá trình thử nghiệm bao cát sinh thái

1. Giải pháp xử lý sạt lở bờ sông không có hố xói sâu bằng kết cấu thảm cát và bao sinh thái :

Trong khuôn khổ đề tài nghiên cứu khoa học do Sở KHCN Tiền Giang quản lý và Sở NN&PTNT Tiền Giang chủ trì thực hiện, nhóm nghiên cứu đã triển khai nghiên cứu ứng dụng công nghệ thảm cát kết hợp với các bao cát sinh thái để phục hồi đoạn sạt lở

ngầm trọng bờ kênh, bờ sông thuộc địa phận tỉnh Tiền Giang. Mô hình được thiết kế là sự phối hợp các giải pháp mềm bao gồm (i) bảo vệ phần lòng kênh bằng thảm cát; (ii) phục hồi và bảo vệ phần mái kênh đồng thời là thân đê bằng các bao cát sinh thái.



Hình 11. Điểm áp dụng tại Mỹ Lợi B huyện Cái Bè, Tiền Giang

Ban quản lý đầu tư huyện Cái Bè đầu tư và Viện Đổi mới công nghệ thủy lợi Mekong thực hiện theo hình thức chìa khóa trao tay xử lý điểm sạt lở bờ sông Cái Bè đã hoàn thành cuối tháng 7 năm 2016 với chiều dài xử lý 100m. Năm 2017, công ty BĐS Đại Phúc đã

áp dụng giải pháp mềm để bảo vệ bờ sông Kinh, Bình Chánh, TPHCM với chi phí khoảng 12 triệu đồng cho một mét dài bảo vệ thay cho thiết kế ban đầu bằng kè cứng BTCT chi phí cao hơn 4 đến 5 lần.



Hình 12. Điểm xử lý nhà ông Ba Đức, trước xử lý (trái) và sau thi công (phải), tháng 8/2016



Hình 13. Kè mềm bảo vệ bờ sông khu BDS Đại Phúc, TPHCM, 2017

2. Giải pháp xử lý sạt lở bờ sông có hố xói sâu bằng kết bao cát lớn và bao sinh thái :

Phần lớn các điểm sạt lở diễn ra tại khu vực bờ cong lõm của đoạn sông cong ở đó hố xói sâu đã hình thành từ nhiều năm trước. Việc xử lý hố xói sâu là bắt buộc trước khi thực hiện việc phục hồi đường bờ sông hoặc đường giao thông. Nếu việc khảo sát, xử lý các hố xói sâu mà vị trí sạt một bên bờ sông được thực hiện sớm thì có thể ngăn chặn được sạt lở trước khi nó xảy ra. Tất nhiên thiết kế xử lý hố xói cần được thực hiện một cách chuyên nghiệp vì việc lấp hố xói chỗ này có thể gây ra hố xói đầu đó lân cận mà nguy cơ không kém hố xói được xử lý.



Hình 14. Xử lý hố xói sâu trước khi phục hồi bờ sông bị sạt lở

Hiện nay, hầu hết việc xử lý các hố xói sâu khi khắc phục các điểm sạt lở thường dùng cách cho cát vào các bao PP thông thường với trọng lượng khoảng 30-50kg ném tự do xuống lòng sông. Điểm sạt lở quốc lộ 91 năm 2109 cũng đã được xử lý như vậy và sau khi đã đưa

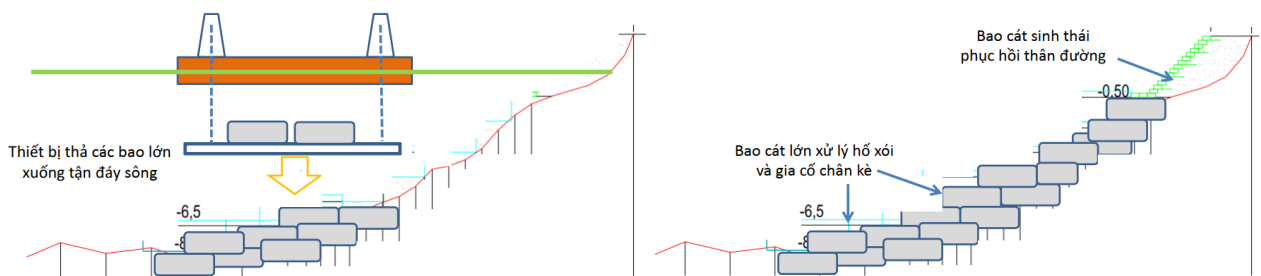
xuống lòng sông trên 20 ngàn mét khối bao cát thì toàn bộ khối bao cát đó đã trượt tiếp ra xa gây sạt lở mạnh hơn đoạn đường giao thông.



Hình 15. Lấp hố xói bằng cách thả bao cát nhỏ tại điểm sạt lở quốc lộ 91, An giang.

Đề phù hợp với thiết bị thả thả đã hiện đang hoạt động ở khu vực ĐBSCL, nhóm nghiên cứu đã sản xuất các bao có đường chu vi 5,4m với chiều dài 4m, 8m có khả năng chứa được 5-10 mét khối cát. Thực chất các bao cát lớn này là một phần của ống địa kỹ thuật (geo-tube). Công ty Tân Đại Hưng đã sản xuất các loại bao cát lớn này theo thiết kế. Các bao cát lớn được bơm cát vào khoảng 60%-70% thể tích lớn nhất và được đặt xuống lòng sông

bằng thiết bị thả thả đã chứ không thả tự do từ ngay trên mực nước. Cách làm này cho phép xử lý hố xói một cách khá chính xác theo thiết kế bao gồm vị trí và trình tự đặt các bao; các bao do được bơm chưa căng sẽ tự sắp xếp và chèn lên nhau. Trong hoàn cảnh cho phép, các ống địa kỹ thuật cũng có thể được đặt trước xuống vị trí sau đó mới bơm cát làm đầy.



Hình 16. Xử lý hố xói sâu bằng các bao cát lớn trước khi phục hồi bờ sông

Giải pháp xử lý hố xói sâu bằng bao cát lớn sau đó phục hồi đường bờ bao gồm đường giao thông trên bờ đã được áp dụng tại điểm sạt lở sông Cần Lố, huyện Cao Lãnh. Đây là điểm sạt ở bờ sông dài khoảng 50m đã làm

mất luôn đoạn đường Thiên Hộ Vương, giao thông qua tuyến đường này bị cắt đứt hoàn toàn. Công trình này được thực hiện và hoàn thành vào tháng 9 năm 2019.



Hình 17. Điểm sạt lở đứt đoạn đường Thiên Hộ Vương, Cao Lãnh, Đồng Tháp, 2019



Hình 18. Đặt các bao cát lớn xử lý hố xói sâu sau đó phục hồi bờ sông và đường giao thông, công trình do Tân Đại Hưng tài trợ và do Viện đổi mới công nghệ thủy lợi mekong thiết kế và công ty giải pháp sáng tạo mekong (MKIS) thực hiện.

3. Nhận xét:

Trong khi các giải pháp công trình cứng bằng bê tông cốt thép có chi phí cao nhưng cũng chỉ phù hợp tại một số khu vực đô thị thì giải pháp mềm mà nhóm nghiên cứu thiết kế và áp dụng thành công ở các tỉnh Tiền giang, TPHCM, Đồng tháp cho thấy tính khả thi cao. Trước hết, các giải pháp mềm thì công khá đơn giản, thậm chí người dân tại các địa phương có thể tự thực hiện; chi phí để xử lý các điểm sạt lở do sóng tàu thuyền (không có hố xói sâu) chỉ khoảng trên 10 triệu đồng cho một mét dài bờ sông được bảo vệ trong khi các kè cứng quy mô tương tự cần chi phí từ 40 đến 50 triệu đồng. Trong trường hợp có hố

xói sâu (đoạn sông cong) thì nhất thiết phải xử lý hố xói trước khi phục hồi bờ sông bất kể bằng giải pháp kết cấu cứng hay kết cấu mềm. Việc sử dụng các bao cát thông thường (chất lượng vật liệu thấp, kích thước nhỏ) để lấp hố xói như hiện nay đang thực hiện ở các địa phương là không phù hợp và có thể thay thế bằng cách đặt các bao cát lớn (5, 10 m³, thậm chí lớn hơn) xuống tận đáy lòng sông để đảm bảo rằng phần chân mái bờ sông được gia cố đạt mức độ cần thiết để có thể phục hồi phần bờ sông phía trên. Giải pháp này cũng chỉ ra rằng không nhất thiết phải đầu tư kè cứng bê tông cốt thép để bảo vệ bờ các sông rạch ở ĐBSCL tốn kém và ít thân thiện với tự nhiên.

III. Kết luận và Kiến nghị

1. Kết luận:

Trước hết, cần nhận thức rằng hiện tượng sạt lở trên hệ thống kênh rạch là hiện tượng tất yếu của vùng bồi tích trẻ như ĐBSCL, là hệ quả của quá trình biến dạng của các lòng dẫn dưới các tác động của các yếu tố tự nhiên và các hoạt động phát triển của con người. Các kế hoạch phòng tránh các thiệt hại do sạt lở đóng vai trò rất quan trọng trước khi tính đến các giải pháp xử lý các điểm sạt lở.

Các giải pháp mềm trình bày trong bài báo này khá đơn giản và có chi phí thấp nhưng có thể áp dụng để xử lý hầu hết các điểm sạt lở bờ sông ở khu vực ĐBSCL; tùy tính chất, quy mô sạt lở có thể áp dụng các kết cấu phù hợp, có thể được thiết kế và chế tạo trong nước phù hợp với yêu cầu cụ thể của từng điểm sạt lở. Các kết cấu mềm có thể dùng để gia cố các đoạn bờ sông (kèm theo đường giao thông) đang có nguy cơ sạt lở không để sạt lở xảy ra rồi mới xử lý sẽ rất tốn kém và ảnh hưởng đến các hoạt động kinh tế, xã hội trong khu vực và lân cận. Trong một số vị trí có thể kết hợp lớp thảm đá phía ngoài để tránh sự tác động của các phương tiện giao thông trên sông.

Tuy nhiên, các giải pháp mới đang khá khó khăn trong việc áp dụng vào các dự án sử dụng ngân sách nhà nước do thiếu các tiêu

chuẩn thiết kế và thi công. Thói quen sử dụng các giải pháp có sẵn dù chi phí cao hơn nhưng ít rủi ro về khía cạnh pháp lý của các cơ quan quản lý cũng là một rào cản không nhỏ.

2. Kiến nghị:

Các cơ quan quản lý nhà nước nên tạo các điều kiện thuận lợi hơn để các dự án sử dụng ngân sách nhà nước có thể áp dụng các giải pháp mới bảo vệ bờ sông trong đó có các giải pháp trình bày trong bài báo này. Tiêu chuẩn thiết kế, thi công và định mức đơn giá sớm được nghiên cứu để biên soạn và ban hành làm cơ sở pháp lý cho việc áp dụng giải pháp mới.

Nên khuyến khích hình thức hợp đồng “chìa khóa trao tay” với tiêu chí quan trọng nhất là bảo vệ bờ sông khỏi sạt lở, có bảo hành trong thời gian nhất định (dài hơn quy định bảo hành thi công hiện nay) để các nhà thầu có thể mạnh dạn áp dụng công nghệ mới.

Cần thiết thực hiện việc khảo sát, đánh giá các điểm sạt lở và có nguy cơ sạt lở dọc theo các bờ sông quan trọng (ví dụ tuyến quốc lộ 91) để đánh giá mức độ nguy cơ sạt lở và thực hiện trước các giải pháp công trình ngăn chặn nguy cơ đó thay vì để xảy ra rồi mới xử lý rất phức tạp về mặt xã hội và tốn kém nhiều chi phí hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1]. Kazuya Yasuhara, M. Tamura, **Trinh Cong Van** and Do Minh Duc, *Geotechnical Adaptation to the Vietnamese Coastal and Riverine Erosion in the Context of Climate Change*, Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA Vol. 47 No. 1 March 2016
- [2]. Trịnh công Văn và nnk, *Giải pháp mềm bảo vệ bờ sông ĐBSCL*, Tạp chí thủy lợi, Hội thủy lợi, 2014;
- [3]. Sở Nông nghiệp và PTNT Tiền Giang, báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp tỉnh *Nghiên cứu thử giải pháp kết cấu thảm cát bảo vệ bờ sông trên địa bàn tỉnh Tiền Giang*, năm 2014;
- [4]. Yasuhara, K., **Van Trinh Cong**, and Duc, Do Minh, *geosynthetic-aided adaptation against coastal instability caused by sea-level rise*, 5th Asian Regional Conference on Geosynthetics 13 to 16 December 2012 | Bangkok, Thailand;
- [5]. Trịnh Công Văn và nnk, báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp Bộ *Nghiên cứu ứng dụng và làm chủ công nghệ Thiết kế và Thi công Thảm cát ở Việt nam để bảo vệ bờ sông đồng bằng sông Cửu long*, năm 2002;