

NGHIÊN CỨU XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN HỒ XÓI TRÊN ĐOẠN SÔNG TIỀN, KHU VỰC THỊ TRẤN TÂN CHÂU BẰNG MÔ HÌNH CCHE2D

PGS.TS. Nguyễn Thị Bày - Trường Đại Học Bách Khoa, Đại Học Quốc Gia TP. HCM

CN. Nguyễn Ngọc Minh - Trường Đại Học KH Tự Nhiên, Đại Học Quốc Gia TP. HCM

Bài báo này trình bày những kết quả nghiên cứu tiếp theo của các tác giả về sự phát triển lại của hồ xói trên sông Tiền đoạn thị trấn Tân Châu, từ khi hồ xói đã được lấp và bờ Tân Châu có kè. Bài toán được tính trong 6 tháng mùa lũ với điều kiện ban đầu là số liệu đo đạc năm 2006. Mô hình CCHE2D đã được sử dụng để tính toán các diễn biến trên. Các kết quả tính toán được so sánh với số liệu đo năm 2007. Hy vọng kết quả tính sẽ giúp các nhà nghiên cứu và quản lý có cơ sở để thực hiện tốt hơn công tác chính trị đoạn sông này.

1. Đặt vấn đề

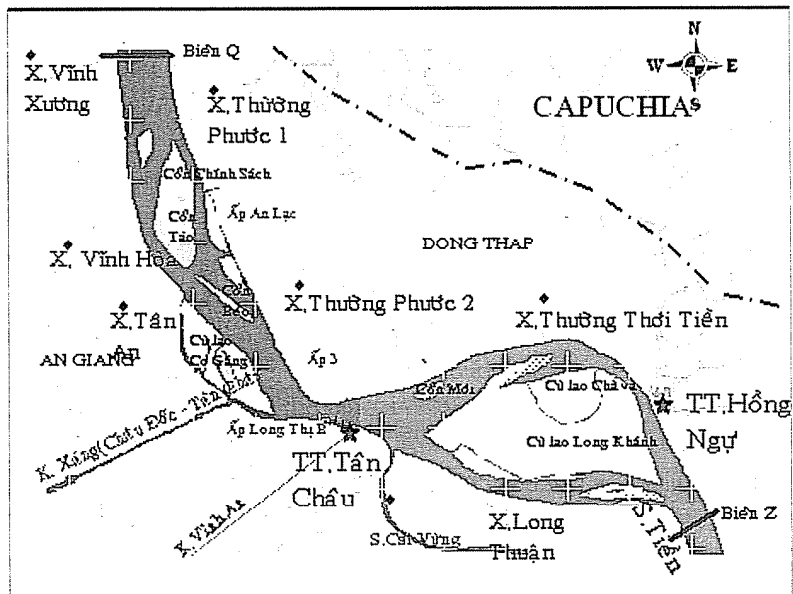
Tân Châu – Hồng Ngự là một đoạn của sông Tiền dài khoảng 24km, bề rộng nhỏ nhất là 500m, rộng nhất 5500m. Trong vùng có nhiều cồn và cù lao lớn đan xen đồng chầy (hình 1).

Khu vực này có chế độ thủy lực và dòng bùn cát rất phức tạp: Vào mùa lũ lớn, hiện tượng bồi xói bờ và lòng dẫn diễn ra mạnh và phức tạp. Trong đó, chịu ảnh hưởng nặng nề của việc xói lở trên là đoạn bờ của thị trấn Tân Châu. Thị trấn này trải dài trên bờ sông Tiền khoảng 5 km từ kênh Châu Đốc đến sông Cái Vũng. Tại đây, dòng chảy chuyển hướng đột ngột với góc 120° (như một khủy tay) và bề rộng sông thay đổi đột ngột.

Từ năm 2004, hồ xói ở cửa kênh Vĩnh An đã được san lấp. Tuyến bờ từ kênh Châu Đốc tới Vĩnh An (dài khoảng 750m) được thả kè mở hàn mềm (rọ cây) để gây bồi. Tuyến bờ từ đầu kênh Vĩnh An đến phía sau cầu tàu (khoảng 612m) được kè lát má dọc bờ và bố trí 6 kè mở hàn ngầm. Tuy nhiên, theo số liệu đo đạc năm 2006, hồ xói lại phát triển lại và đạt giá trị sâu 31,2m (độ sâu hồ xói trước đây vào năm 1999 là 42m), hồ xói tiếp tục phát triển sâu hơn đến năm 2007 đạt giá trị 37,8m (xem số liệu thống kê ở bảng

1). Bên cạnh hồ xói 1 (có mặt cắt 1 ngang qua, xem hình 2), nhận xét thấy sự hình thành hồ xói 2 (có mặt cắt 2 ngang qua), và hồ xói này cũng có xu hướng sâu thêm (xem số liệu thống kê ở bản 1).

Vấn đề đặt ra là liệu sự phát triển lại hồ xói cũ, sự hình thành hồ xói mới và dịch chuyển của nó có ảnh hưởng môi trường khu vực này nữa không.



Hình 1. Khu vực sông Tiền, thị trấn Tân Châu

Trong bài nghiên cứu này, chúng tôi dựa vào mô hình CCHE2D để tính toán độ xói sâu của hồ sau 6 tháng mùa lũ 2006, dự báo xu thế xói sâu và dịch chuyển của hồ.

Bảng 1. thống kê độ sâu hố xói tại Tân Châu

Độ sâu hố xói (m)	Hố xói 1	Hố xói 2
Năm 1999 (đo đạc)	42	22,9
Năm 2006 (đo đạc)	31,2	34.2
Năm 2007 (đo đạc)	37,8	
Tính toán (sau lũ 2006)	38,3	37,6

2. Giới thiệu phần mềm CHE2D

Mô hình CCHE2D của trường Đại học Công Nghệ Mississippi mô phỏng quá trình truyền thủy lực, chuyển động bùn cát lơ lửng, bùn cát đáy và diễn biến lòng dẫn, gồm 3 module sau: [1]

Module tạo lưới tạo lưới: dùng để tạo lưới giá trị trên hệ tọa độ cong.

Module số: gồm 2 module để tính toán quá trình thủy lực và bùn cát.

Module giao diện đồ họa: dùng để nhập các thông số, số liệu.

a. Cơ sở lý thuyết của mô hình

Mô hình được thiết lập dựa vào lời giải của các phương trình cơ bản [2], [3]:

Phương trình mô tả các quá trình thủy lực

Phương trình liên tục :

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

Phương trình động lượng theo phương x:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{1}{h} \left[\frac{\partial(h\tau_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial(h\tau_{xy})}{\partial y} \right] - \frac{\tau_{bx}}{\rho h} + f_{cor} v \quad (2)$$

Phương trình động lượng theo phương y:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{1}{h} \left[\frac{\partial(h\tau_{yx})}{\partial x} + \frac{\partial(h\tau_{yy})}{\partial y} \right] - \frac{\tau_{by}}{\rho h} - f_{cor} u \quad (3)$$

c_k - nồng độ phù sa(kg/m³); ω_{sk} - vận tốc lắng động (m/s); u,v,w- vận tốc theo phương x,y,z(m/s); ϵ_s - hệ số phân tán của bùn cát ($\epsilon_s = \nu_t / \sigma_s$); ν_t - hệ số nhớt rối (m²/s); σ_s - hệ số rối Prandtl – Schmidt (chấp nhận khoảng từ 0,5 đến 1,0); cb - nồng độ

η - cao độ mặt nước (m); h: độ sâu cột nước (m).

u, v - vận tốc trung bình chiều sâu theo hai phương x và y (m/s); fr - hệ số ma sát đáy; f_{cor} - thông số Coriolis; $\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yx}$ và τ_{yy} là - lần lượt là các ứng suất Reynolds (N/m²); τ_{bx}, τ_{by} - lần lượt là các ứng suất tiếp đáy (N/m²).

Các phương trình trên được rời rạc hóa trong miền tính đã được tạo lưới trước, và giải bằng phương pháp phần tử hữu hạn, với các điều kiện biên và ban đầu sau:

- Điều kiện ban đầu:

Nếu có dữ liệu: điều kiện ban đầu được cho dưới dạng mực nước và vận tốc tại thời điểm t = 0 trên từng điểm của lưới tính .

Nếu không có dữ liệu: điều kiện ban đầu được cho dưới dạng mực nước là mực nước tĩnh, vận tốc dòng chảy bằng không.

- Điều kiện biên:

Trên biên cứng: chấp nhận điều kiện vận tốc theo phương pháp tuyến với bờ bằng không: $u_n = 0$.

Trên biên lỏng: cho chuỗi dao động mực nước hoặc lưu lượng (vận tốc) theo thời gian.

Phương trình chuyển tải và diễn biến đáy

Trong mô hình, chấp nhận sự di chuyển bùn cát trong hai lớp: dòng phù sa và dòng bùn cát đáy. Dòng phù sa chiếm lĩnh hầu như hoàn toàn dòng chảy theo độ sâu và nằm trên dòng bùn cát đáy.

Phương trình chuyển tải :

$$\frac{\partial c_k}{\partial t} + \frac{\partial(uc_k)}{\partial x} + \frac{\partial(wc_k)}{\partial z} - \frac{\partial(\omega_{sk})}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\epsilon_s \frac{\partial c_k}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\epsilon_s \frac{\partial c_k}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\epsilon_s \frac{\partial c_k}{\partial z} \right) \quad (4)$$

phù sa tại mặt phân giới giữa dòng phù sa lơ lửng và dòng bùn cát đáy.

Phương trình liên tục vật chất đáy:

$$(1-p) \frac{\partial z_{bk}}{\partial t} + \frac{\partial(\bar{\omega}_{bk})}{\partial t} + \frac{\partial q_{bkx}}{\partial x} + \frac{\partial q_{bky}}{\partial y} = -E_{bk} + D_{bk} \quad (5)$$

Nghiên cứu & Trao đổi

p' - độ rỗng của vật chất đáy; \bar{c}_{hk} - nồng độ trung bình của bùn cát tại đáy (kg/m^3); q_{bks} , q_{bks} - thành phần chuyển tải bùn cát đáy theo x, y (kg/s/m).

E_{bK} và D_{bK} - Hàm số nguồn, mô tả quá trình bốc lên và lắng xuống của hạt tại lớp phân giới.

b. Phương pháp giải

Các phương trình sẽ được giải đồng nhất trong lưới cong của khu vực tính toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn.

3. Tính toán cho đoạn sông Tiền, Tân Châu

a. Các thông số tính toán

Bảng 2. Kết cấu lòng dẫn khu vực Tân Châu

đường kính hạt (mm)	độ rỗng	sét	bụi	cát bụi	cát mịn
		0,001	0,035	0,05	0,150
lớp 1	0,50	15%	25%	50%	10%
lớp 2	0,50	15%	25%	25%	10%
lớp 3	0,24	25%	25%	25%	25%

Kết cấu đáy khu vực Tân Châu được tham khảo từ [1], [2], [3] và thống kê trong bảng 2.

Tại biên vào, nồng độ phù sa thay đổi từ $0,03 \text{ kg/m}^3$ (đo vào tháng 5/2006) lên $0,23 \text{ kg/m}^3$ (đo vào tháng 10/2006); dòng bùn cát đáy $= 0,001 \text{ kg/m/s}$ [1], [3], [4], [5].

b. Trình tự tính toán

Tính toán dòng chảy, dòng bùn cát và diễn biến đáy trong 6 tháng mùa lũ năm 2006 từ tháng 6 đến hết tháng 11.

c. Truy xuất kết quả

Kết quả được xuất ra dưới dạng file hình ảnh đáy sông Tiền vị trí Tân Châu trước và sau tính toán năm 2006. Đồng thời các mặt cắt nơi xuất hiện hố xói cũng được thể hiện trên hình vẽ.

- Trên hình 3, 4 vẽ cao độ tương ứng với mặt cắt 1 (ngang qua hố xói 1) và mặt cắt 2 (ngang qua hố xói 2)

- Hình 5 trình bày địa hình đáy (chỗ có hố xói) trước mùa lũ năm 2006 và kết quả tính được sau 6 tháng lũ 2006.

- Hình 6 là ảnh phóng to vị trí các hố xói, trên đó có chỉ rõ hướng dịch chuyển của chúng.

d. Phân tích và đánh giá kết quả

- Phân tích sự phát triển và dịch chuyển hố 1:

- Lưới tính khu vực:

Mô hình tạo lưới được sử dụng để tạo lưới cho khu vực tính toán, với bước không gian từ 5m đến 220m tùy theo từng vị trí, địa hình đáy lấy từ số liệu đo đạc thực tế năm 2006, có chèn kè (hình 2).

- Bước thời gian: $\Delta t = 900s$

- Thông số thủy lực

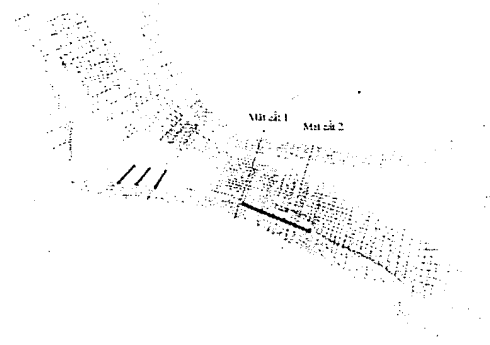
Điều kiện biên: gồm 2 biên được nhập vào dưới dạng chuỗi lưu lượng $Q(t)$ (cho biên trên) và $Z(t)$ (cho biên dưới) của năm 2006.

Sự phát triển độ sâu của hố xói 1 sau 6 tháng mùa lũ 2006 là rất phù hợp với kết quả đo 2007. Kết quả tính cho hố 1 bị xói sâu thêm gần 7m, trong khi so sánh kết quả đo đạc giữa hai năm 2006-2007, thì hố xói sâu thêm 6,6m.

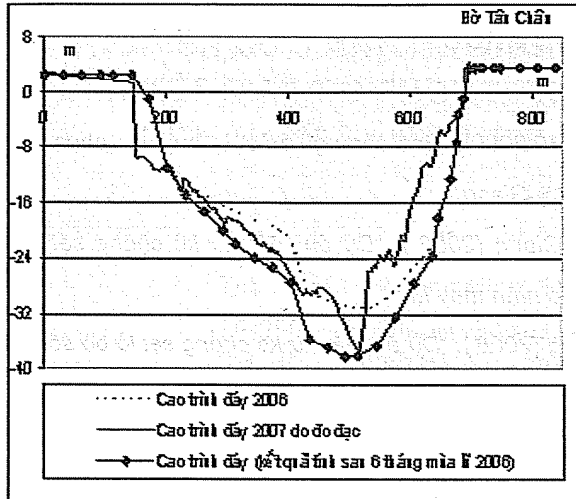
So với năm 1999, hố xói 1 có xu hướng dịch chuyển xuôi dòng. Kết quả dịch chuyển hố 1 giữa tính toán và đo đạc là trùng hợp.

- Phân tích sự phát triển và dịch chuyển hố 2:

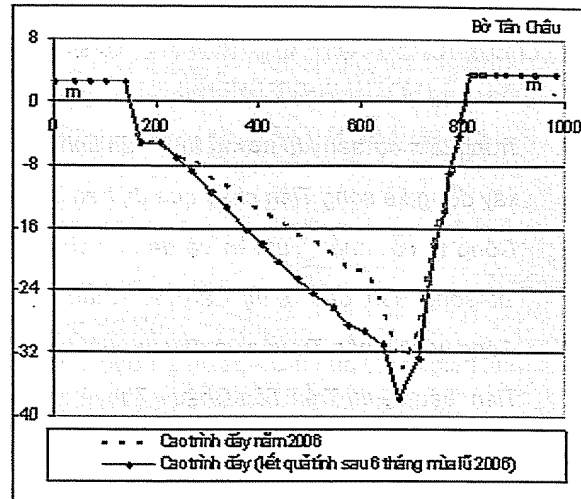
Bên cạnh hố 1, nhận thấy hình thành hố xói 2 và hố 2 phát triển cũng phát triển từ 1999. Sau 6 tháng tính toán (bắt đầu từ trước lũ 2006) hố 2 sâu thêm 3,4m, và dịch chuyển ngược dòng nhưng trên một đoạn ngắn.



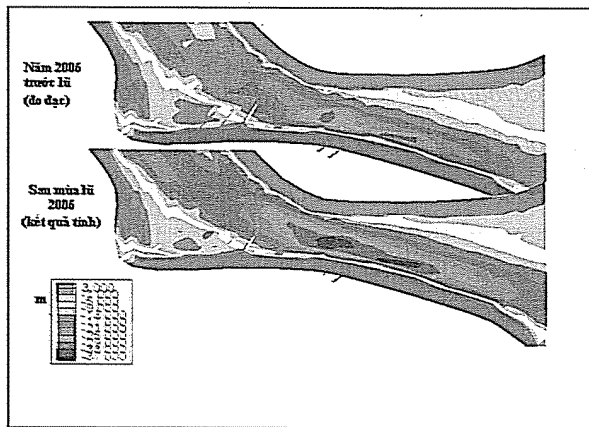
Hình 2. Lưới tính khu vực Tân Châu và vị trí mặt cắt xuất kết quả



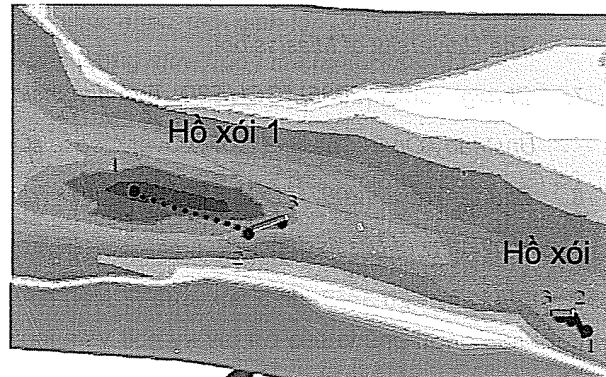
Hình 3. Cao trình mặt cắt 1 (ứng với hình 2) ngang qua hố xói 1



Hình 4. Cao trình mặt cắt 2 (ứng với hình 2) ngang qua hố xói 2



Hình 5. Đáy sông Tiền khu vực thị trấn Tân Châu



Hình 6. Đường dịch chuyển của các hố xói (đường màu đỏ, liền nét là kết quả dịch chuyển từ tính toán, đường chấm màu đen là kết quả đo đạc)

4. Kết luận

Hố xói 1 ngày càng phát triển sâu hơn (mặt dầu vẫn có kè) và di chuyển về hạ lưu dòng chảy, nhưng ở giữa dòng chảy, không gây ảnh hưởng đến bờ. Trong khi đó sự xuất hiện của hố xói 2 gần sát bờ và phát triển của nó theo thời gian có khả năng gây sạt lở bờ đoạn sông tiếp theo.

Các kết quả nghiên cứu trên hy vọng góp phần làm cơ sở giúp các nhà nghiên cứu và quản lý bảo vệ bờ khu vực sông Tiền đoạn Tân Châu – Hồng Ngự tốt hơn, nhằm góp phần ổn định dân cư và phát triển kinh tế khu vực này.

Bên cạnh đó, mô hình CCHE2D cũng đã được

các tác giả tính kiểm nghiệm dòng chảy trên một kênh hẹp chữ nhật, và so sánh với nghiệm giải tích. Tuy nhiên do điều kiện giới hạn trang bài báo nên đã không được trình bày ở đây. Có thể nói kết quả thu được như đã trình bày là rất tốt và phù hợp với xu hướng phát triển và dịch chuyển các hố xói trên thực tế. Mô hình CCHE2D đã được ứng dụng và tính toán tốt cho khu vực Tân Châu – Hồng Ngự, là một khu vực cho tới nay diễn biến lòng dẫn vẫn chưa ổn định và vẫn còn đang được xã hội quan tâm nghiên cứu nhiều.

Ngoài ra cũng khẳng định được tính năng của mô hình CCHE2D trong việc ứng dụng tính toán chế độ thủy động lực học trong sông ngòi.

Tài liệu tham khảo

1. Trung tâm dự báo khí tượng thủy văn tỉnh An Giang (10/2000). "Báo cáo nghiên cứu thủy văn phục vụ xây dựng kè sông Tiền chảy qua thị trấn Tân Châu -An Giang".
2. Công ty cổ phần Tư vấn và đầu tư phát triển An Giang (2006). "Dự án đầu tư kè chống sạt lở bờ sông Tiền bảo vệ thị trấn Tân Châu- Báo cáo mô hình thủy lực "
3. Công ty cổ phần Tư vấn và đầu tư phát triển An Giang (2006). "Dự án đầu tư kè chống sạt lở bờ sông Tiền bảo vệ thị trấn Tân Châu - Thuyết minh chung".
4. Viện khoa học thủy lợi Miền Nam. Số liệu đo đạc thực tế năm 2006, 2007.
5. Nguyễn thị Bảy, Nguyễn Ngọc Minh. "Nghiên cứu biến hình lòng dẫn đoạn sông Tân Châu Hồng Ngự bằng mô hình CCHE2D. Tuyển tập HNKH và CN lần 10. ĐHBK, ĐHQG tp. HCM. Phân ban Công Nghệ và QL môi trường. 10-2008.
6. Zhang, Yaoxin(2005,2007), "CCHE2D - Version (2.2),(2.21) – Quick Start Guide", School of Engineering The University of Mississippi.
7. Zhang, Yaoxin(2005), "CCHE2D: Two-dimensional Hydrodynamic and Sediment Transport Model For Unsteady Open Channel Flows Over Loose Bed", School of Engineering The University of Mississippi.
8. Zhang, Yaoxin(2007), "CCHE2D Sediment Transport Model Version (2.1)", School of Engineering The University of Mississippi.