

TÁC ĐỘNG KÈ DẠNG T BẢO VỆ GIẢM XÓI LỞ BỜ BIỂN GÒ CÔNG - ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Thống¹, Lưu Xuân Lộc¹, Hồ Tuấn Đức¹, Trần Thanh Thảo²

TÓM TẮT

Tính toán mô phỏng tác động chống xói lở bờ biển Gò Công bằng giải pháp công trình dạng kè chữ T nhằm giảm cường độ sóng khi vào bờ được thực hiện trên cơ sở kết hợp lý thuyết giữa các bài toán thủy động lực dòng chảy, bài toán sóng và bài toán vận chuyển bùn cát. Kết quả tính toán cho thấy với các kè chữ T có kích thước điển hình (cao 250 m, cánh rộng 400 m, dày 1,5 m) đặt cách nhau trung bình 500 m theo ven bờ phát huy tác dụng làm giảm cường độ sóng, từ đó giảm hiện tượng xói lở ven bờ biển cũng như hiện tượng bồi trong phạm vi kè chữ T. Nguyên nhân chính giải thích cho kết quả bảo vệ bờ của loại công trình này là khả năng giảm dòng chảy dọc bờ và giảm năng lượng sóng khi đi vào ven bờ. Nhờ vào các kết cấu thân kè chữ T giữ vai trò như các đập tràn đã hạn chế dòng chảy ven bờ và ngăn sóng tại vị trí cánh T khi sóng đi vào bờ tại vùng nghiên cứu. Dòng chảy có xu hướng bị đẩy xa khỏi ven bờ và chảy dọc theo vị trí các đỉnh kè chữ T.

Từ khóa: Telemac2D, Tomawac, Sisyphé, bờ biển Gò Công, kè chữ T.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự xói lở bờ biển vùng ven biển Gò Công thuộc đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) đã được ghi nhận từ rất lâu nhưng với tốc độ xói lở gia tăng nhanh trong vài năm gần đây. Một trong những nguyên nhân được đánh giá là do tác động của sóng và dòng chảy ven bờ với xu hướng ngày càng bất lợi cho khu vực. Xuất phát từ đánh giá này, một trong các giải pháp đề xuất là tìm cách chủ động tiêu tán để làm “giảm” năng lượng sóng khi tiến vào bờ và giảm hiện tượng dòng chảy dọc ven bờ, vốn là 2 yếu tố được đánh giá có ảnh hưởng nhất đến hiện tượng xói lở ven bờ biển, bằng cách xây dựng các kè dạng chữ T dọc theo bờ biển. Tác dụng của kết cấu này sẽ chủ động giảm tác động sóng đi vào bờ từ ngoài khơi và hạn chế dòng chảy ven bờ. Phương pháp nghiên cứu sẽ sử dụng kết hợp 3 mô hình toán số gồm Telemac2D giải bài toán thủy động lực, mô hình Tomawac giải bài toán sóng và mô hình Sisyphé giải bài toán biến hình lòng dẫn, vận chuyển bùn cát.



Nguồn: Nhất An, báo Ấp Bắc

Hình 1. Xói lở bờ biển điển hình tại Gò Công, tỉnh Tiền Giang

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Telemac2D là một trong những phần mềm thủy lực được Tập đoàn Điện lực Pháp (EDF) chủ trì cùng với sự tham gia của nhiều tổ chức nghiên cứu trên thế giới dùng để mô phỏng dòng chảy 2 chiều theo phương nằm ngang (trung bình theo phương thẳng đứng) được mô tả bởi hệ phương trình Saint Venant như sau:

$$\frac{\partial y}{\partial t} + \text{div}(h\vec{U}) = q \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial Z_s}{\partial x} + F_x + \frac{1}{h} \text{div}[hv_c \text{grad}(u)] \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial Z_s}{\partial y} + F_y + \frac{1}{h} \text{div}[hv_c \text{grad}(v)] \quad (3)$$

Trong đó: h (m) – chiều sâu, u & v (m/s) – thành phần vận tốc theo phương ngang x & y của vận tốc \vec{U} , q (m/s) – lưu lượng đơn vị của nguồn, Z_s (m) – cao độ mặt thoáng, $F_{x,y}$ (m/s²) – các ngoại lực (không kể trọng lực, ví dụ lực Coriolis,...) tác dụng trên một đơn vị khối lượng chiếu theo phương ngang x & y , v_c (m²/s) – hệ số khuếch tán.

Mô hình Telemac2D được lập trình có thể lựa chọn phương pháp phần tử hữu hạn hoặc thể tích hữu hạn. Bài toán số được lập trình có thể xử lý được các dạng điều kiện biên như: Biên mực nước Z , biên lưu lượng Q , biên lưu lượng và mực nước ($Q&Z$), biên vận tốc (u, v), biên vận tốc và mực nước ($u, v&Z$) hoặc dạng biên sóng đến. Các dạng biên khác nếu có sẽ được người sử dụng lập trình riêng nhờ vào phần mềm được tổ chức dưới dạng mã nguồn mở.

¹ Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách khoa TP. HCM

² Trường Đại học Xây dựng miền Tây

Tác dụng của gió lên bề mặt đại dương sẽ gây nên hiện tượng sóng. Hiện tượng vật lý được mô tả bởi phương trình biểu diễn sự biến đổi của mật độ phổ sóng theo hướng bởi phương trình sau và được giải bởi mô hình toán số tính sóng Tomawac phát triển bởi Tập đoàn Điện lực Pháp:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial \bar{x}N}{\partial x} + \frac{\partial \bar{y}N}{\partial y} + \frac{\partial \bar{k}_x N}{\partial k_x} + \frac{\partial \bar{k}_y N}{\partial k_y} = Q(k_x, k_y, x, y, t) \quad (4)$$

Với $N(\vec{x}, \vec{y}, \vec{k}, t) = N(x, y, k_x, k_y, t)$ chỉ phổ của mật độ tác dụng của sóng.

$\vec{x} = (x, y)$ vectơ chỉ vị trí trong hệ tọa độ Cartesien.

$\vec{k} = (k_x, k_y) = (k \sin \theta, k \cos \theta)$ là vectơ chỉ số sóng, θ chỉ hướng sóng.

$$\dot{g} = \frac{dg}{dt} = \frac{\partial g}{\partial t} + \frac{\partial g}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial t} + \frac{\partial g}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial t}$$

Hiện tượng biến hình lòng dẫn của miền nghiên cứu liên quan đến hai hình thức vận chuyển bùn cát là di chuyển đáy và di chuyển lơ lửng. Bùn cát di chuyển lơ lửng 2 chiều theo phương nằm ngang và sự thay đổi cao độ đáy được mô tả bởi các phương trình sau:

$$\frac{\partial hC}{\partial t} + \frac{\partial (hUC)}{\partial x} + \frac{\partial (hVC)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(h\epsilon_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h\epsilon_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + E - D \quad (5)$$

$$(E - D)_{Z_{ref}} = \omega_s (C_{eq} - C_{ref}) \quad (6)$$

$$(1 - n) \frac{\partial z_f}{\partial t} = (E - D) \quad (7)$$

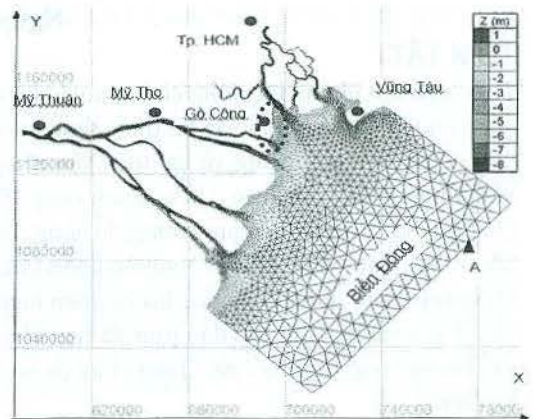
Với $C = C(x, y, t)$ chỉ nồng độ bùn cát lơ lửng trung bình theo phương thẳng đứng; $h = Z_s - Z_f \approx Z_s - Z_{ref}$ là chiều sâu nước, giả thiết chiều dày của lớp bùn cát đáy rất mỏng; (U, V) là vận tốc trung bình theo phương x, y ; E : suất xói lở; D : suất bồi tụ, $(E - D)$ là lượng trừ của trầm tích lơ lửng; C_{eq} là nồng độ bùn cát ở trạng thái cân bằng sát đáy; C_{ref} là nồng độ bùn cát sát đáy.

3. MÔ PHỎNG CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC HỌC 2D VÙNG VEN BIỂN GÒ CÔNG

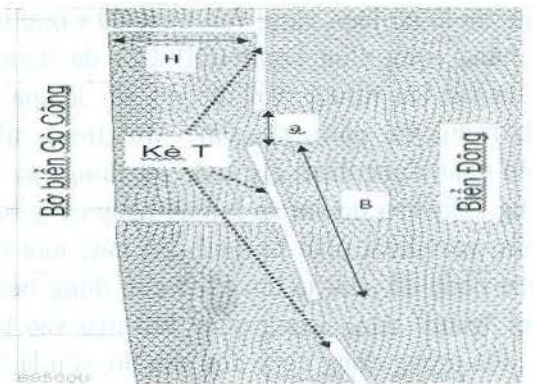
3.1. Miền tính và địa hình miền nghiên cứu

Miền tính bao gồm mạng lưới sông chính của hạ lưu sông Mê Kông gồm Cửa Tiểu, Cửa Đại, Hàm Luông và Cổ Chiên, hạ lưu sông Sài Gòn-Đồng Nai và vùng ven bờ biển Đông có chiều rộng khoảng 75 km kể từ bờ (hình 2). Diện tích miền tính khoảng 10263 km², được mô tả bởi 117 nghìn phần tử tam

giác phi cấu trúc với lưới lớn nhất có cạnh 6000 m trên vùng biển ngoài biển khơi, cạnh nhỏ nhất cho vùng biển ven bờ là 20 m.



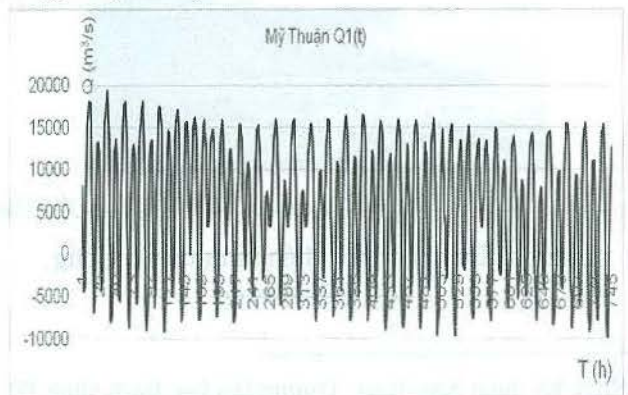
Hình 2. Lưới miền tính 2D (117.000 phần tử tam giác phi cấu trúc)



Hình 3. Mô phỏng kè chữ T điển hình vùng ven bờ biển Gò Công

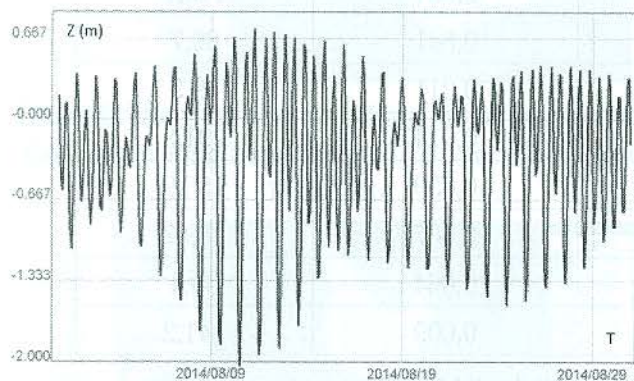
3.2. Điều kiện biên

Miền tính gồm có 3 biên lưu lượng trên 3 nhánh sông chính ở thượng lưu là Sài Gòn - Đồng Nai, Vàm Cỏ và Mỹ Thuận. Giá trị lưu lượng tại các vị trí này cho thấy đây là vùng còn bị ảnh hưởng triều rất nhiều thể hiện qua giá trị lưu lượng thay đổi dấu theo thời gian (hình 4).



Hình 4. Lưu lượng tại Mỹ Thuận 1/2014

Mực nước Z trên biên hồ tại vị trí biên lồng trên biển Đông lấy theo triều thiên văn cùng thời kỳ được lấy với 11 sóng chính ($M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1, P_1, Q_1, M_4, MS_4$ và MN_4) từ cơ sở dữ liệu của OTIS có độ phân giải $1/30^\circ$. Đồ thị sau trình bày mực nước tại vị trí điển hình trên các biên lồng (hình 5) trên biên miền tính.



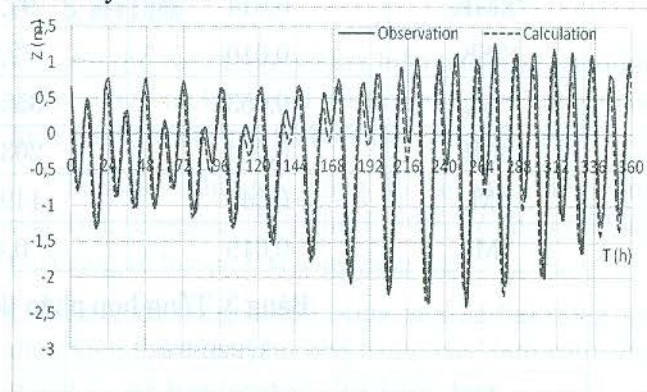
Hình 5. Mực nước triều tại các vị trí điển hình A trên biên hồ ngoài khơi

Mô phỏng vận chuyển bùn cát trong khu vực được xem là bùn cát rời không dính. Dữ liệu về phân

bộ bùn cát đáy được giả thiết là đồng đều trong toàn bộ vùng nghiên cứu. Từ các dữ liệu đo đạc bùn cát đáy sông, thành phần cỡ hạt được chia làm 4 cỡ hạt đại biểu 0,08 mm, 0,25 mm, 1,0 mm, 2,0 mm; với tỉ lệ ban đầu lần lượt là 40%, 30%, 20%, 10%.

3.3. Hiệu chỉnh mô hình

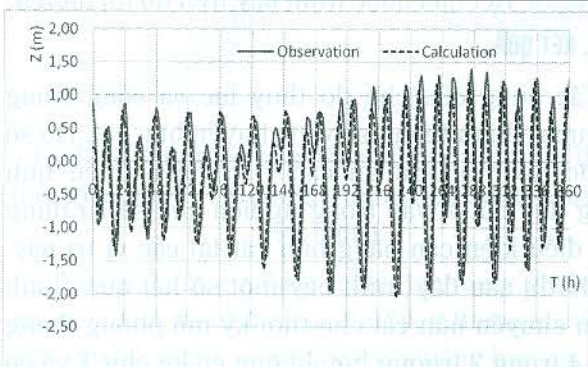
Mô hình được hiệu chỉnh với số liệu tháng 8/2014. Đồ thị và kết quả phân tích điều hoà được trình bày ở hình 6.



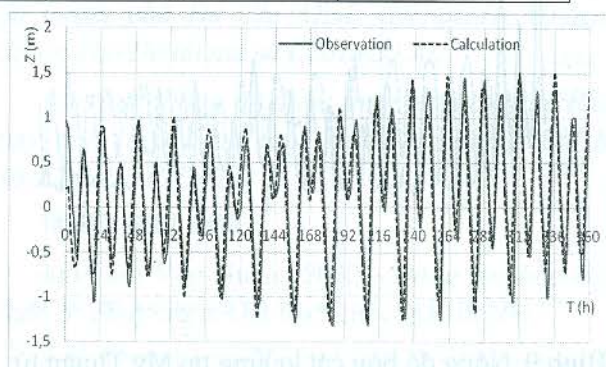
Hình 6. Mực nước so sánh giữa mô phỏng và thực đo từ 1/8/2014 đến 15/8/2014 tại Vũng Tàu

Bảng 1. Tổng hợp phân tích điều hoà cho nước tại Vũng Tàu

Triều	Quan trắc		Mô hình	
	Biên độ (m)	Pha (độ)	Biên độ (m)	Pha (độ)
* K_1	0,009	209,9	0,011	121,1
* M_2	0,541	327,3	0,491	136,8
* M_3	0,029	38,8	0,025	115,5
* M_4	0,837	83,4	0,811	68,5
* $2MK_5$	0,008	115,0	0,006	39,2
* $2SK_5$	0,007	13,9	0,007	281,1
* M_6	0,015	271,3	0,009	174,4
* $3MK_7$	0,004	55,5	0,004	24,4
* M_8	0,011	354,5	0,008	95,0
* M_{10}	0,001	54,0	0,005	235,8



Hình 7. Mực nước so sánh giữa mô phỏng và thực đo từ 1/8/2014 đến 15/8/2014 tại An Thuận



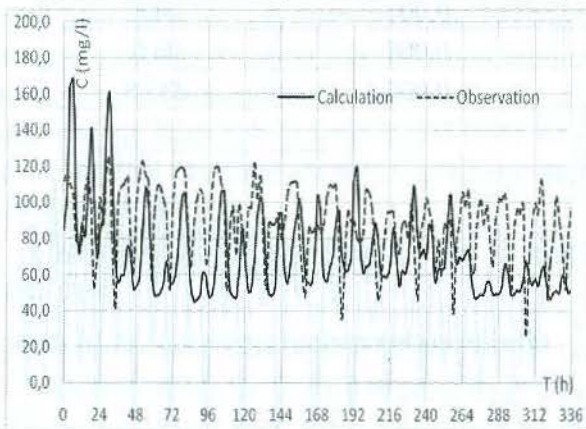
Hình 8. Mực nước so sánh giữa mô phỏng và thực đo từ 1/1/2014 đến 15/1/2014 tại Mỹ Tho

Bảng 2. Tổng hợp phân tích điều hoà cho nước tại An Thuận

Triều	Quan trắc		Mô hình	
	Biên độ (m)	Pha (độ)	Biên độ (m)	Pha (độ)
*K ₁	0,019	246,8	0,008	115,9
*M ₂	0,481	339,4	0,453	143,7
*M ₃	0,036	60,3	0,031	118,7
*M ₄	0,862	109,8	0,841	80,7
*2MK ₅	0,014	94,1	0,011	59,5
*2SK ₅	0,010	72,0	0,014	291,8
*M ₆	0,053	355,5	0,059	156,9
*3MK ₇	0,004	203,9	0,007	289,7
*M ₈	0,047	149,9	0,064	59,4
*M ₁₀	0,019	0,4	0,009	141,2

Bảng 3. Tổng hợp phân tích điều hoà cho tại Mỹ Tho

Triều	Quan trắc		Mô hình	
	Biên độ (m)	Pha (độ)	Biên độ (m)	Pha (độ)
*K ₁	0,011	287,3	0,031	95,4
*M ₂	0,347	3,8	0,376	167,3
*M ₃	0,029	99,5	0,036	180,8
*M ₄	0,697	154,9	0,668	144,2
*2MK ₅	0,011	159,9	0,013	154,2
*2SK ₅	0,007	111,9	0,014	1,5
*M ₆	0,083	77,5	0,082	237,8
*3MK ₇	0,008	345,2	0,003	57,6
*M ₈	0,090	232,3	0,052	205,5
*M ₁₀	0,019	110,8	0,017	222,8

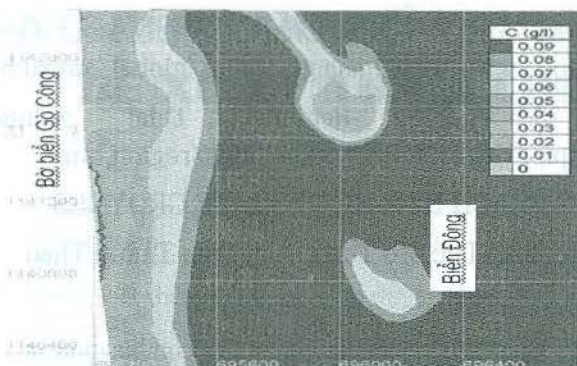


Hình 9. Nồng độ bùn cát lơ lửng tại Mỹ Thuận từ 18/10/2016 đến 31/10/2016

Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định bùn cát với số liệu quan trắc tại Mỹ Thuận từ 18-10-2016 đến 30-10-2016. Kết quả được trình bày trên đồ thị hình 9.

4. KẾT QUẢ

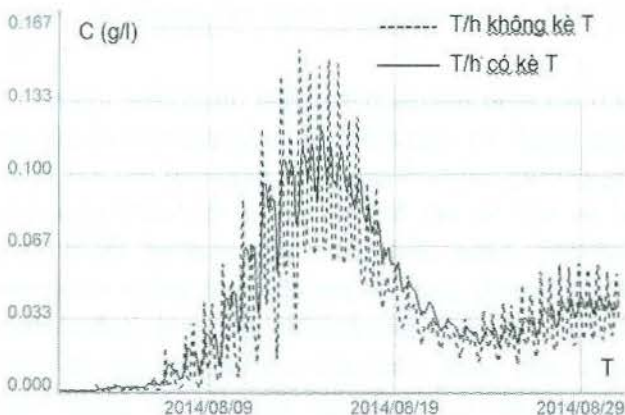
Tác dụng của chế độ thủy lực và sóng trong khu vực sẽ hình thành sự vận chuyển bùn cát. Do số liệu đo đạc bùn cát tại các vị trí biên miền tính không đầy đủ, vì vậy trong nghiên cứu sẽ sử dụng dạng điều kiện cân bằng bùn cát tại các vị trí này. Các đồ thị sau đây trình bày một số kết quả chính về vận chuyển bùn cát cho thời kỳ mô phỏng tháng 8/2014 trong 2 trường hợp không có kè chữ T và có kè chữ T.



Hình 10. Nồng độ bùn cát lơ lửng mô phỏng ven bờ Gò Công trường hợp không có kè T lúc 12 h, ngày 17/8/2014



Hình 11. Nồng độ bùn cát lơ lửng mô phỏng ven bờ Gò Công trường hợp có kè T lúc 12 h, ngày 17/8/2014



Hình 12. Nồng độ bùn cát lơ lửng mô phỏng theo thời gian tại vị trí X cho 2 trường hợp có và không có kè chữ T

Nhằm đánh giá định lượng tác dụng giảm sóng của kè chữ T và từ đó hạn chế hiện tượng xói lở, bồi lắng ven bờ, ở đây sẽ xem xét cân bằng bùn cát cho 2 vùng S₁ và S₂ điển hình giới thiệu phạm vi giới hạn bởi 2 kè chữ T liên tiếp trong thời gian mô phỏng 30

ngày của tháng 8-2014. Kết quả được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Cân bằng bùn cát mô phỏng tại các vùng S₁ và S₂ trong tháng 8-2014

Trường hợp/Vị trí	S ₁	S ₂	Ghichú
Không có kè T	+ 21,67 (m ³)	+ 51,74 (m ³)	(+) bồi
Có kè T	+ 32,36 (m ³)	+ 70,01 (m ³)	(-) xói

5. KẾT LUẬN

Có thể rút ra một số kết luận chính về tác dụng giảm sóng của kè chữ T và từ đó có tác dụng giảm hiện tượng xói lở ven bờ biển Gò Công như sau:

Bùn cát lơ lửng có nồng độ cao xuất hiện vùng cửa Tiểu, cửa Đại và di chuyển ven bờ theo bờ biển Gò Công về hướng cửa sông Soài Rạp.

Kè giảm sóng chữ T vùng ven bờ Gò Công tạo điều kiện thuận lợi cho khả năng 'bẫy' bùn cát trong phạm vi giới hạn bởi 2 kè chữ T liên tiếp.

Kè chữ T có tác dụng giảm sóng vùng phía trong kè và từ đó tạo điều kiện thuận lợi cho hiện tượng bồi lắng. Khoảng cách tối ưu giữa 2 kè chữ T liên tiếp cần phải được nghiên cứu thêm, đây là bài toán xem xét hai tác dụng mang tính ngược nhau lên tác dụng bồi lắng của bùn cát trong phạm vi sau chữ T. Khoảng cách 2 kè chữ T liên tiếp càng lớn sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho bùn cát lơ lửng có nồng độ cao đi vào phía sau kè và có xu thế lắng đọng, trong khi đó tác dụng giảm sóng của cánh kè chữ T lại giảm đi làm giảm tính lắng đọng của bùn cát lơ lửng và các tác dụng sẽ ngược lại khi giảm khoảng cách 2 kè chữ T liên tiếp.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số C2018-20-30.

Các mô phỏng đã được thực hiện trên hệ thống máy tính hiệu năng cao (HPCC), Trường Đại học Bách khoa TP. HCM.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Văn Huân (2002). *Động lực học Biển-Phần 3: Thủy triều*. Đại học Quốc gia Hà Nội.
2. Hervouet Jean Michel (2007). *Hydrodynamics of Free Surface Flows modelling with the finite element method*. WILEY.

3. Lang Pierre et al. (2010). *Telemac2d_manuel_utilisateur_v6p0*. EDF.
4. Meissner Loren P. (1995). *Fortran 90*. PWS Publishing Company.

5. NOAA. National Geophysical Center. <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>.
6. OTIS Regional Tidal Solutions. <http://volkov.oce.orst.edu/tides/region.html>.

COASTAL EROSION PREVENTION IN GO CONG BEACH BY T-HEAD SHAPE GROYNES

Nguyen Thong, Luu Xuan Loc, Ho Tuan Duc, Tran Thanh Thao

Summary

Simulation of the coastal erosion protection using T-head shape groynesis based on the combination of theoretical hydrodynamics flow problems, wave problems and sediment transport problems. Our results showed that typical T-shape groyne (250 m high, 400 m wide, 1.5 m thickness) placed at an average distance of 500 m along the shore are effective inreducing the coastal erosion, while facilitating the accretion inside the groyne. The main reason for this type of shore protection is the ability to reduce longshore currents and wave energy when entering the shore. Indeed, thanks to the T-shaped structures considered as spillways that restrict the flow of the shoreline and prevent the wave at the T-wing enteringthe shore. Flows tend to be pushed away from the shoreline and flow along the crests of T-groyne.

Keywords: *Telemac2D, Tomawac, Sisyph, Go Cong beach, T-head shape groyne.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Quang Hùng

Ngày nhận bài: 6/7/2018

Ngày thông qua phản biện: 7/8/2018

Ngày duyệt đăng: 14/8/2018

