



NGHIÊN CỨU MẶT CẮT ĐÊ THÍCH HỢP ĐỂ GIẢM LƯU LƯỢNG SÓNG TRÀN BẰNG MÔ HÌNH BOUSS2D CHO ĐOẠN ĐÊ GIA LỘC-VĂN CHẤN, HUYỆN CÁT HẢI-HẢI PHÒNG

Nguyễn Trung Dũng¹, Nguyễn Xuân Tính²

Tóm tắt: Nghiên cứu về sóng tràn qua đê là một vấn đề cần thiết do hầu hết các tuyến đê biển từ miền Bắc đến miền Nam của nước ta phần lớn chỉ được thiết kế để chống gió bão cấp 9. Chính vì vậy mà dưới điều kiện bão lớn thì sóng thường vượt đỉnh đê gây phá hoại và làm hư hỏng kết cấu đê. Mô hình Bouss2D thuộc bộ phần mềm SMS (Surface-water Modeling System) [8] là một mô hình số trị tính toán lan truyền sóng 2 chiều từ ngoài khơi vào khu vực ven bờ. Gần đây mô hình đã tích hợp thêm mô đun tính toán sóng tràn qua hệ thống đê biển. Đây là một mô hình hiện đại và chưa được nghiên cứu áp dụng ở Việt Nam. Trong nghiên cứu này tác giả sẽ trình bày kết quả nghiên cứu và áp dụng mô hình Bouss2D tính toán lan truyền sóng và lưu lượng sóng tràn cho đoạn đê Gia Lộc-Văn Chấn, Huyện Cát Hải- Hải Phòng để tìm ra mặt cắt đê thích hợp, có hiệu quả trong vấn đề giảm lưu lượng sóng tràn.

Từ khóa: Lưu lượng sóng tràn; mô hình Bouss2D; mặt cắt đê thích hợp.

Summary: The study of wave overtopping over seadike is an necessary issue because most of the seadike from the North to the South of Vietnam designed to resist storm condition level 9. Hence, under larger storm waves are often overtopping the dike crest caused destruction and damage to structures. The Bouss2D model is belonged to the SMS (Surface-water Modeling System) [9] model is a comprehensive numerical model simulating the wave propagation and wave variability from the offshore to the coastal region. Recently, a new wave overtopping module is added into the BOUS2D model to simulate the wave overtopping processes. This model is rather new model and has not widely been applied in Vietnam. This study presents the application results of the Bouss2D model for wave propagation and wave overtopping in Gia Loc-Van Chan seadike system, Cat Hai-Hai Phong to find out the most appropriate and effectiveness seadike cross-section for reducing the wave overtopping problems.

Keywords: Overtopping discharge; Bouss2D model; appropriate seadike cross-section.

Nhận ngày 12/01/2016, chỉnh sửa ngày 26/01/2016, chấp nhận đăng 15/3/2016



1. Tổng quan về vấn đề sóng tràn

Nước ta có bờ biển dài 3260 km và có nhiều đảo, nằm trong vùng biển Tây Bắc Thái Bình Dương, thường xuyên chịu ảnh hưởng của bão nhiệt đới, sóng lớn, nước dâng. Song hầu hết các tuyến đê biển từ miền Bắc đến miền Nam của nước ta phần lớn chỉ được thiết kế để chống gió bão cấp 9. Điều đó có nghĩa là sóng tràn qua đê sẽ thường xuyên hơn, do cao trình đê thấp và hiện tượng sóng tràn này là một trong những nguyên nhân chính gây phá hủy đê, ngập lụt sau đê.

Hiện nay một số đê biển được kiên cố hóa bằng bê tông, khối bê tông thì sóng tràn không phải là nguyên nhân chính gây phá hủy đê nhưng do cao trình đỉnh đê thấp, lưu lượng sóng tràn qua đê lớn thì sẽ gây ngập lụt sau đê, làm hư hỏng công trình sau đê, xe cộ, đồ đạc, làm chết gia cầm, gia súc, vật nuôi... làm ô nhiễm môi trường, ảnh hưởng đến đời sống của người dân.

Sóng tràn là lượng nước bị đẩy tràn qua đỉnh đê do động năng của sóng khi mà đỉnh đê vẫn còn cao hơn mực nước biển. Ngoài ra lượng tràn qua đê còn được đóng góp đáng kể bởi một lượng nước rơi từ trên

¹ThS, Khoa Xây dựng Công trình biển và Dầu khí, Trường Đại học Xây dựng. E-mail: nguyentrungdung52clc2@gmail.com.

²TS, Bộ môn Cảng đường thủy, Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy Lợi.

xuống từ dòng bắn tóe do va chạm của sóng và mái dề, tường đỉnh trên dề và đôi khi còn do tác dụng hỗ trợ của gió trong bão. Lưu lượng trung bình sóng tràn thời gian hay còn gọi là lượng tràn trung bình q là lượng sóng tràn trung bình trong một đơn vị thời gian. Lưu lượng tràn trung bình là lưu lượng tràn được lấy trên một mét chiều dài dề và có đơn vị là $m^3/s/m$ hoặc $l/s/m$ (thực chất là lưu lượng tràn trung bình đơn vị). Lưu lượng sóng tràn phụ thuộc vào hình dạng mặt cắt dề như chiều cao dề; độ dốc và độ nhám mái dề phía biển; bề rộng, độ sâu, độ dốc cơ dề; kết cấu tường đỉnh... và các thông số sóng.

Trong quá trình thiết kế dề biển sẽ dẫn tới khái niệm lượng tràn cho phép hay tiêu chuẩn sóng tràn. Đây là một đại lượng quan trọng trong thiết kế và việc xác định đại lượng này phải thông qua việc phân tích các mặt kinh tế, kỹ thuật, chính trị, xã hội và mức quan trọng của vùng sau dề cần bảo vệ. Các giá trị tham khảo về tiêu chuẩn sóng tràn trên cơ sở an toàn cho công trình cũng như các hoạt động dân sinh khác được đề cập trong tiêu chuẩn CEM-US, 2002[3] và Eurotop, 2007[4]. Đối với dạng công trình dề biển và mái kè nghiêng có mái trong chất lượng không xác định, không bảo vệ thì lưu lượng tràn trung bình cho phép $q=0,1$ ($l/s/m$); Mái cỏ mọc tốt trên nền đất sét $q<1-10$ ($l/s/m$); Mái trong chất lượng tốt $q<50-200$ ($l/s/m$) [4].

Trong những thập niên gần đây với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin, các mô hình toán của sóng tràn xuất hiện khá nhiều nghiên cứu và đem lại nhiều thành tựu đáng kể. Từ những mô hình đơn giản như mô hình SWASH (Simulating Wave still Shore) dựa trên phương trình phi tuyến nước nông (NLSW- viết tắt của Non-Linear Shallow Water) đến mô hình phức tạp như mô hình COBRAS-UC (Cornell Breaking Waves and Structures) dựa trên phương trình (RANS-VOF, viết tắt của Reynolds Averaged Navier Stokes- Volume Of Fluid) có kể đến cả các tương tác giữa sóng với tường đỉnh [2]. Trong báo cáo này, tác giả sử dụng mô hình mới, chưa được nghiên cứu nhiều ở Việt Nam, đó là mô hình Bouss2D trong bộ phần mềm SMS dựa trên hệ phương trình dạng Boussinesq để tính toán lan truyền sóng và tính lưu lượng sóng tràn cho đoạn dề Gia Lộc-Văn Chấn, Huyện Cát Hải-Hải Phòng.

Đoạn dề Gia Lộc-Văn Chấn dài 1200m, bảo vệ trực tiếp trại giống thủy sản, các hộ dân sau dề và sau cơn bão năm 2005, đoạn dề này bị hư hỏng nghiêm trọng đe dọa cuộc sống của người dân mỗi khi mùa bão về. Hình 1 thể hiện vị trí và hiện trạng của đoạn dề Gia Lộc-Văn Chấn.

Các thông số đoạn dề Gia Lộc-Văn Chấn bị hư hỏng: Cao trình đỉnh dề từ 5 m đến 5,5 m tùy từng đoạn; Độ dốc mái dề phía biển $m=3,5$, phía dưới mái dề làm bằng các tấm bê tông ghép lại với nhau nhiều chỗ bị hư hỏng, phi trên của mái dề được gia cố bằng rọ đá và đá hộc xếp; Chân khay là ống buy và đá đổ, có cao trình +0,5 m; Có 1 mặt dề với chiều rộng từ 1,5m đến 3m, bằng đất đỏ; Mái dề phía đồng có độ dốc $m=2$ đến 3, bằng đất đỏ, một số đoạn có phủ bạt để chống sóng tràn.

Tóm lại, lưu lượng sóng tràn ảnh hưởng nghiêm trọng đến cuộc sống của người dân, tác giả sử dụng mô hình Bouss2D tính toán lan truyền sóng và tính lưu lượng sóng tràn cho đoạn dề Gia Lộc-Văn Chấn, Huyện Cát Hải-Hải Phòng qua hình dạng mặt cắt dề đề xuất để tìm ra hình dạng mặt cắt dề thích hợp, giảm lưu lượng sóng tràn.

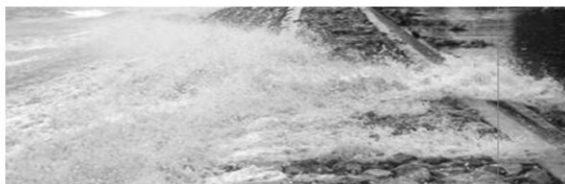


Hình 1. Hình ảnh vị trí và hiện trạng đoạn dề Gia Lộc-Văn Chấn

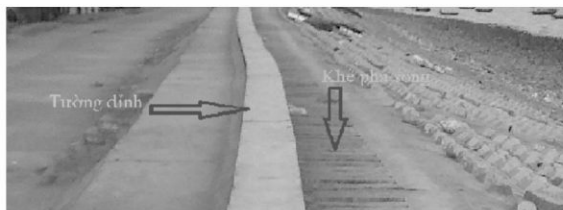


2. Đề xuất các dạng mặt cắt dề

Tác giả đã đi khảo sát hiện trạng các tuyến dề đảo Cát Hải, tuyến dề Quận Đồ Sơn vào tháng 6 năm 2015, tìm hiểu hiện trạng các dạng mặt cắt dề đã xuất hiện ở Cát Hải qua các thời kỳ [2] và tham khảo các dạng mặt cắt dề khu vực phía Bắc [1] (Hình 2). Từ đó tác giả đề xuất 5 phương án mặt cắt như Bảng 1 để nghiên cứu tính toán. Các phương án này đều có cao trình đỉnh dề là +5,5m; Mái trong, mái ngoài và mặt dề được bê tông hóa nên lưu lượng tràn cho phép là $50l/s/m$ theo Eurotop, 2007.


Đê mái dốc

Đê có tường đỉnh

Đê tường đỉnh có thêm phía trước

Tường đỉnh có rãnh và thêm phía trước
Hình 2. Các dạng mặt cắt đê điển hình tại khu vực Đào Cát Hải, Hải Phòng

Bảng 1. Bảng các phương án mặt cắt đê

Phương án 1	Mặt Cắt	
	Mô tả	Mái dốc phía biển có $m=3,5$, cao trình đỉnh là $+5,5m$, cao trình chân đê là $+0,5m$, bề rộng mặt đê là $4m$.
Phương án 2	Mặt Cắt	
	Mô tả	2 mái dốc phía biển đều có $m=3,5$, cao trình đỉnh là $+5,5m$, chiều dài cơ đê là $5m$, cao trình chân đê là $+0,5m$, bề rộng mặt đê là $4m$.
Phương án 3	Mặt Cắt	
	Mô tả	Mái dốc phía biển có $m=3,5$, cao trình đỉnh là $+5,5m$, cao trình chân đê là $+0,5m$, chiều cao tường đỉnh là $0,8m$, chiều rộng tường đỉnh là $0,4m$, cao trình mặt đê là $+4,7m$, bề rộng mặt đê là $4m$.
Phương án 4	Mặt Cắt	
	Mô tả	Giống phương án III nhưng có thêm thêm $1m$ phía trước tường đỉnh
Phương án 5	Mặt Cắt	
	Mô tả	Giống phương án IV nhưng trên thêm có rãnh với kích thước cao và rộng là $0,3 \times 0,8m$



3. Phương pháp mô hình số trị Bouss2D [7]

3.1 Cơ sở lý thuyết của mô hình Bouss2D

Mô hình BOUSS-2D là mô hình dựa trên phương trình Boussinesq được phát triển bởi Nwogu (1993, 1996) [5, 6]. Bản chất của phương trình là phương trình bảo toàn khối lượng và động lượng cho quá trình lan truyền sóng phi tuyến tại khu vực nước nông và trung gian. Đối với các sóng ngắn, vận tốc sóng theo phương ngang không đồng nhất theo độ sâu và áp suất cột nước là áp suất phi-thủy tĩnh. Trường vận tốc dòng chảy theo phương thẳng đứng được xác định qua hàm thế vận tốc, Φ , tại vị trí bất kỳ trong cột nước; z_α . Nếu độ dài sóng, L , lớn hơn rất nhiều so với độ sâu nước, h , thì khi đó khai triển Taylor bậc hai của hàm thế vận tốc được viết như sau:

$$\Phi(x, z, t) = \phi_\alpha + \mu^2(z_\alpha - z)[\nabla\phi_\alpha \cdot \nabla h] + \frac{\mu^2}{2}[(z_\alpha + h)^2 - (z + h)^2]\nabla^2\phi_\alpha + O(\mu^4) \quad (1)$$

Ở đây các giá trị $\phi_\alpha = \Phi(x, z_\alpha, t)$, $\nabla = (\partial/\partial x, \partial/\partial y)$, $\mu = h/L$ thể hiện độ bức xạ tần số. Vận tốc theo các phương ngang và phương thẳng đứng thu được từ hàm thế vận tốc như sau:

$$u(x, z, t) = \nabla\Phi = u_\alpha + (z_\alpha - z)[\nabla(u_\alpha \cdot \nabla h) + (\nabla \cdot u_\alpha)\nabla h] + \frac{1}{2}[(z_\alpha + h)^2 - (z + h)^2]\nabla(\nabla \cdot u_\alpha) \quad (2)$$

$$w(x, z, t) = \frac{\partial\Phi}{\partial z} = -[u_\alpha \cdot \nabla h + (z + h)\nabla \cdot u_\alpha] \quad (3)$$

trong đó $u_\alpha = \nabla\Phi|_{z_\alpha}$ là vận tốc theo phương ngang tại $z = z_\alpha$. Vận tốc theo phương đứng được tính bằng cách tích phân phương trình liên tục và phương trình mô men Euler theo độ sâu để đơn giản bài toán từ 3 chiều sang 2 chiều. Phương trình này được viết theo giao động mực nước và vận tốc như sau:

$$\eta_t + \nabla \cdot u_f = 0 \quad (4)$$

$$u_{\alpha,t} + g\nabla\eta + (u_\alpha \cdot \nabla)u_\alpha + z_\alpha[\nabla(u_{\alpha,t} \cdot \nabla h) + (\nabla \cdot u_{\alpha,t})\nabla h] + \frac{1}{2}[(z_\alpha + h)^2 - h^2]\nabla(\nabla \cdot u_{\alpha,t}) = 0 \quad (5)$$

Trong đó mật độ thể tích dòng u_f được cho bởi:

$$u_f = (h + \eta) \left\{ u_\alpha + \left[(z_\alpha + h) - \frac{(h + \eta)}{2} \right] [\nabla(u_\alpha \cdot \nabla h) + (\nabla \cdot u_\alpha)\nabla h] + \left[\frac{(z_\alpha + h)^2}{2} - \frac{(h + \eta)^2}{6} \right] \nabla(\nabla \cdot u_\alpha) \right\} \quad (6)$$

Các phương trình tích phân theo độ sâu có thể mô phỏng quá trình lan truyền và chuyển đổi sóng ngẫu nhiên đa hướng trong địa hình thay đổi. Cao độ của giá trị vận tốc, z_α , là một tham số tự do và được dùng để hạn chế tối đa sự khác nhau giữa các đặc trưng bức xạ tuyến tính của mô hình và quan hệ bức xạ thực đối với sóng biên độ nhỏ. Giá trị tối ưu của $z_\alpha = -0.535h$ tương đương với độ sâu trung bình.

Đối với các sóng gần bờ trong vùng nước nông thì các giả thuyết sóng phi tuyến nhỏ không còn đúng nữa. Nwogu (1996) đã phát triển thêm các hệ phương trình phi tuyến này bằng cách thể hiện các thành phần phi tuyến như một hàm của vận tốc trên mặt thoáng. Các hệ phương trình phi tuyến này được viết như sau:

$$\eta_t + \nabla \cdot u_f = 0 \quad (7)$$

$$u_{\alpha,t} + g\nabla\eta + (u_\eta \cdot \nabla)u_\eta + w_\eta \nabla w_\eta + (z_\alpha - \eta)[\nabla(u_{\alpha,t} \cdot \nabla h) + (\nabla \cdot u_{\alpha,t})\nabla h] + \frac{1}{2}[(z_\alpha + h)^2 - (h + \eta)^2]\nabla(\nabla \cdot u_{\alpha,t}) - [(u_{\alpha,t} \cdot \nabla h) + (h + \eta)\nabla \cdot u_{\alpha,t}]\nabla\eta + [\nabla(u_{\alpha,t} \cdot \nabla h) + (\nabla \cdot u_{\alpha,t})\nabla h + (z_\alpha + h)\nabla(\nabla \cdot u_\alpha)]z_{\alpha,t} = 0 \quad (8)$$

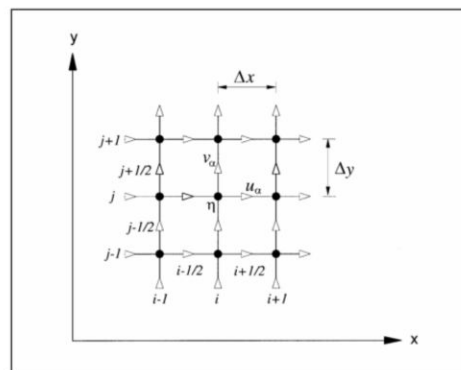
trong đó z_α bây giờ là một hàm của thời gian và được tính bởi $z_\alpha + h = 0.465(h + \eta)$. Khi đó mật độ thể tích dòng được tính bởi:

$$u_f = (h + \eta) \left\{ u_\alpha + \left[(z_\alpha + h) - \frac{(h + \eta)}{2} \right] [\nabla(u_\alpha \cdot \nabla h) + (\nabla \cdot u_\alpha)\nabla h] + \left[\frac{(z_\alpha + h)^2}{2} - \frac{(h + \eta)^2}{6} \right] \nabla(\nabla \cdot u_\alpha) \right\} \quad (9)$$

Các hệ phương trình phi tuyến hoàn toàn này có thể mô phỏng được sự tương tác giữa sóng và dòng chảy. Dòng chảy có thể được đưa vào thông qua các điều kiện biên hoặc trường vận tốc dòng chảy tại các ô lưới, U .

3.2 Sơ đồ sai phân hữu hạn

Hệ phương trình Boussinesq phi tuyến nhỏ và phi tuyến hoàn toàn được giải trong miền thời gian sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn. Miền tính toán được rời rạc hóa theo lưới hình chữ nhật với kích thước lưới Δx và Δy , tương ứng với các hướng x và y . Các biến phương trình η, u_a, v_a được xác định tại các điểm lưới một cách so le như trong Hình 3. Độ sâu và độ cao bề mặt được tính tại các điểm lưới (i, j) , trong khi vận tốc được xác định tại giữa hai điểm lưới liên tiếp.



Hình 3. Lưới tính toán cho sơ đồ sai phân hữu hạn

Sơ đồ giải là sơ đồ ẩn Crank-Nicolson có sử dụng phương pháp dự báo-hiệu chỉnh để đưa ra giá trị ban đầu. Bước đầu tiên trong sơ đồ giải pháp là bước dự báo, trong đó giá trị của các biến tại bước thời gian trung gian $t = (n+1/2)\Delta t$ được xác định bằng cách sử dụng các giá trị đã biết tại thời điểm $t = n\Delta t$ (Δt là bước thời gian). Bước thứ hai là bước hiệu chỉnh, trong đó giá trị tại thời điểm $t = (n+1/2)\Delta t$ được sử dụng để cung cấp một ước tính ban đầu của các giá trị tại thời điểm $t = (n+1)\Delta t$. Bước cuối cùng là quá trình lặp của sơ đồ ẩn Crank-Nicolson cho đến khi hội tụ.

Sai phân từng phần được xấp xỉ sử dụng sơ đồ sai phân tiến theo thời gian và sai phân trung tâm cho các biến theo không gian. Kết quả của phương pháp Crank-Nicolson cho hệ phương trình bảo toàn khối lượng và động lượng phi tuyến nhỏ được viết như sau:

$$\delta_t \eta = -\delta_x^{(1)} u_f^{n+1/2} - \delta_y^{(1)} v_f^{n+1/2} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \delta_t (u_a + f_4 \delta_x^{(2)} u_a + f_2 \delta_{xx} u_a) = & -g \delta_x^{(1)} \eta^{n+1/2} - \frac{1}{2} \delta_x^{(1)} \left[\left(\overline{u_a^{n+1/2}}^x \right)^2 \right] - \delta_y^{(1)} \left(\overline{v_a^{n+1/2}}^x \overline{u_a^{n+1/2}}^y \right) \\ & - f_4 \left[\delta_y^{(1)} (h) \delta_x^{(1)} \left(\overline{v_a^{n+1/2}}^y \right) + \delta_x^{(1)} (h) \delta_y^{(1)} \left(\overline{v_a^{n+1/2}}^x \right) \right] - f_2 \delta_{xy} v_a^{n+1/2} \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \delta_t (v_a + f_4 \delta_y^{(2)} v_a + f_2 \delta_{yy} v_a) = & -g \delta_y^{(1)} \eta^{n+1/2} - \frac{1}{2} \delta_y^{(1)} \left[\left(\overline{v_a^{n+1/2}}^y \right)^2 \right] - \delta_x^{(1)} \left(\overline{v_a^{n+1/2}}^x \overline{u_a^{n+1/2}}^y \right) \\ & - f_4 \left[\delta_y^{(1)} (h) \delta_x^{(1)} \left(\overline{u_a^{n+1/2}}^y \right) + \delta_x^{(1)} (h) \delta_y^{(1)} \left(\overline{u_a^{n+1/2}}^x \right) \right] - f_2 \delta_{xy} u_a^{n+1/2} \end{aligned} \quad (12)$$

3.3 Điều kiện biên

Để giải hệ phương trình chuyển động thì các điều kiện biên thích hợp phải được thiết lập tại biên của miền tính. Các loại biên trong mô hình BOUSS-2D bao gồm:

- Biên phản xạ hoàn toàn hoặc bức tường đặc: Tại biên phản xạ hoàn toàn thì vận tốc theo phương ngang bằng 0 trên toàn bộ độ sâu của nước, tức là:

$$u.n = 0 \quad -h < z < \eta \quad (13)$$

- Biên sóng bên ngoài: Dọc theo biên các giá trị theo thời gian của vận tốc u_a hoặc v_a và mật độ dòng u_i hoặc v_i tương ứng với điều kiện bão phải được xác định. Các giá trị này có thể là đều hoặc không đều và có hướng hoặc không có hướng.

- Biên sóng nội: Trong thực tế khi sóng bị ảnh hưởng bởi độ sâu trong vùng nước nông thì sẽ có hiện tượng phản xạ. Sóng phản xạ này có thể lan truyền và ảnh hưởng tới biên đầu vào. Biên sóng nội được thiết kế để hấp thụ các sóng phản xạ này.

- Hấp thụ sóng hoặc khu vực giảm xóc: Thể hiện qua hệ số $\mu(x)$ là cường độ giảm chấn với các đơn vị của s^{-1} .

- Cấu trúc xốp: Các phương trình cho khu vực xốp thu được bằng cách thay thế u với u/n , trong đó n là độ xốp.



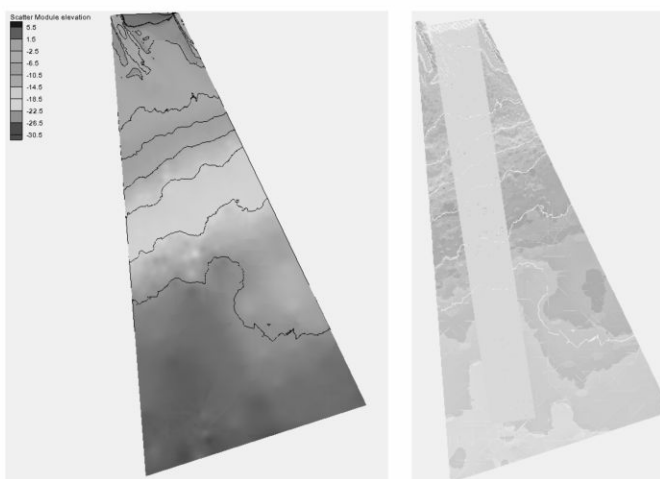
4. Nghiên cứu ứng dụng cho đoạn đê Gia Lộc-Văn Chấn, huyện Cát Hải-Hải Phòng

4.1 Thông số đầu vào và kết quả dùng để tính lưu lượng sóng tràn

a) Các thông số kỹ thuật để tính toán lan truyền sóng

Địa hình đáy biển là thông số rất quan trọng để chạy mô hình, kích thước vùng lưới tính toán là 5366x49018 m, lưới tính toán là 10x10 m được thể hiện ở Hình 4 (màu vàng là vùng lưới tính toán)

Các thông số sóng vùng nước sâu: Thiết kế với bão cấp 10, tần suất mực nước triều thiết kế 5%, tần suất mực nước dâng do bão 20% ta có các thông số sóng vùng nước sâu [2]: Mực nước thiết kế: +3,25 (m); Chiều cao sóng có nghĩa ($h_{13\%}$): 8,05 (m); Chu kỳ sóng trung bình: 9,88 (m).

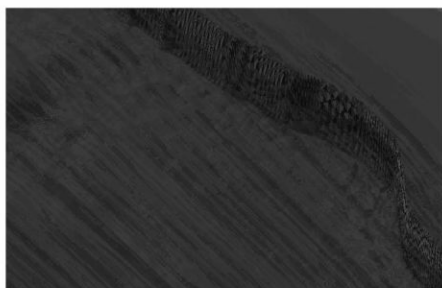


Hình 4. Hình ảnh địa hình đáy biển và lưới tính toán

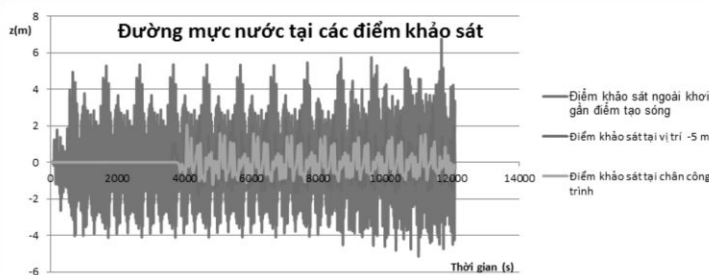
Để miêu tả sóng thực tác giả dùng phổ JONSWAP (phù hợp với khu vực phía Bắc của Việt Nam). Tạo 3 điểm khảo sát: 1 điểm ở ngoài khơi, 1 điểm tại vị trí -5 m, 1 điểm tại chân công trình.

b) Kết quả tính toán lan truyền sóng

Mô hình Bouss-2D đã thể hiện không gian 3 chiều về quá trình lan truyền sóng ở Hình 5 và Hình 6 là đường mực nước tại các điểm khảo sát:



Hình 5. Hình ảnh lan truyền sóng 3 chiều



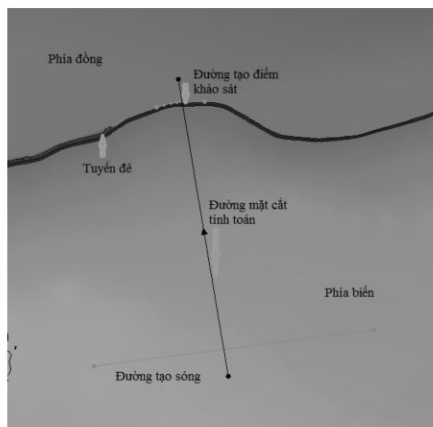
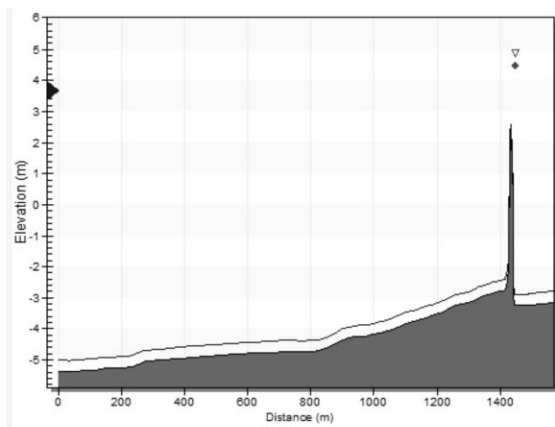
Hình 6. Hình ảnh đường mực nước tại các điểm khảo sát

Từ đường mực nước ta tính được chiều cao sóng tại vị trí mà ta xét:

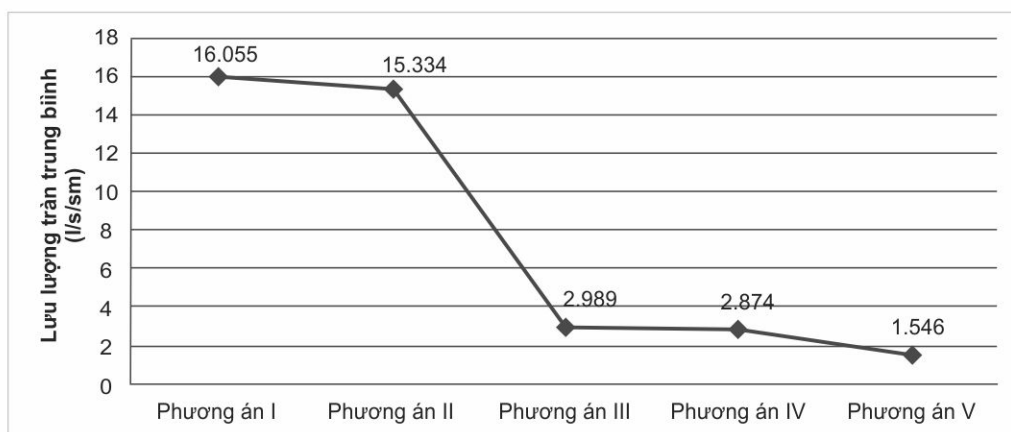
- Điểm khảo sát ngoài khơi gần điểm tạo sóng: Chiều cao sóng trung bình là 5,07 m.
- Điểm khảo sát tại vị trí -5 m: Chiều cao sóng có nghĩa ($h_{13\%}$) là 3,251 m, chu kỳ tương ứng là 6,33 s làm thông số đầu vào để tính toán lưu lượng sóng tràn bằng Bouss2D Runup/Overtopping.
- Điểm khảo sát tại chân công trình: Chiều cao sóng có nghĩa ($h_{13\%}$) là 2,15 m, kết quả này có thể sử dụng để tính toán lưu lượng sóng tràn bằng công thức thực nghiệm.

4.2 Kết quả tính toán

Sử dụng ứng dụng Bouss2D Runup/Overtopping trong mô hình Bouss2D để tính toán lưu lượng sóng tràn. Đầu tiên, ta tạo đường mặt cắt tính toán, rồi tạo đường tạo sóng tại vị trí có độ sâu 5m và tạo các đường khảo sát như Hình 7. Hình 8 thể hiện mặt cắt tính toán, tại mặt cắt này mô hình cho phép ta thay đổi mặt cắt như 5 phương án đã đề xuất. Tiếp đó nhập giá trị chiều cao sóng có nghĩa ($h_{13\%}$) là 3,251 m, chu kỳ tương ứng là 6,33 s, độ nhám là 30, lưới tính toán là 1m và chạy mô hình cho 5 phương án mặt cắt. Kết quả thể hiện như Bảng 2 và Hình 9.


Hình 7. Hình ảnh tổng quan

Hình 8. Hình ảnh mặt cắt tính toán
Bảng 2. Bảng kết quả lưu lượng tràn trung bình cho các phương án (l/s/m)

	Phương án I	Phương án II	Phương án III	Phương án IV	Phương án V
Mô hình	16.055	15.334	2.989	2.874	1.546


Hình 9. Hình ảnh so sánh lưu lượng tràn trung bình giữa các phương án

Dựa vào kết quả lưu lượng tràn trung bình bằng mô hình ta thấy kết quả tính ở phương án I, II có lưu lượng tràn trung bình lớn hơn nhiều so với phương án III, IV, V. Phương án I có lưu lượng tràn trung bình lớn nhất, phương án V có lưu lượng tràn trung bình nhỏ nhất và nhỏ hơn 10 lần so với phương án I đồng nghĩa hiệu quả giảm lưu lượng sóng tràn tốt hơn 10 lần. Kết quả phương án II nhỏ hơn phương án I cho thấy tác dụng giảm sóng leo của cơ đề nhưng lưu lượng sóng tràn giảm rất ít gần 4,5%. Tương tự phương án III và IV cũng vậy, lưu lượng sóng tràn giảm rất ít, hầu như không đáng kể. Mặt khác việc làm thêm cơ đề hay thêm đề lại gây ra tốn kém vật liệu đắp đề dẫn tới chi phí lớn khi xây dựng đề. So sánh phương án V và phương án IV ta thấy lưu lượng sóng tràn phương án V giảm gần một nửa so với phương án IV, cho thấy tác dụng lớn của rãnh trước tường đỉnh.

Tuy kết quả lưu lượng tràn trung bình của các phương án tính toán đều thỏa mãn yêu cầu lưu lượng tràn cho phép là 50l/s/m. Nhưng khi xét về mặt kinh tế, phương án III, IV, V đều có diện tích mặt cắt chênh nhau không đáng kể và nhỏ hơn nhiều so với phương án I, II, dẫn đến các phương án III, IV, V giảm vật liệu xây dựng hay giá thành xây dựng đề. Mặt khác đoạn đề lân cận Văn Chấn- Hoàng Châu cũng có dạng mặt cắt như phương án IV và vẫn chưa bị hư hỏng từ khi xây dựng, cũng để đồng bộ hóa tuyến đề từ Hoàng Châu đến Gia Lộc.

Căn cứ vào những nhận xét trên, tác giả chọn phương án V để thiết kế cho đoạn đề Gia Lộc - Văn Chấn.



5. Kết luận

Nghiên cứu đề xuất mặt cắt đê thích hợp nhất cho một vùng biển là một nghiên cứu mang tính thực tiễn và khoa học cao. Bằng việc ứng dụng mô hình số hiện đại BOUSS-2D sử dụng cùng một điều kiện biên và điều kiện ban cho khu vực Gia Lộc Văn Chấn. Tác giả đã tính toán mô phỏng ảnh hưởng của các dạng mặt cắt công trình đã được áp dụng trên tuyến đê tại khu vực này. Kết quả cho thấy Phương án V (đê mái nghiêng, có tường đỉnh, thềm và rãnh trước tường đỉnh) là phương án mặt cắt đê hiệu quả nhất trong việc giảm lưu lượng sóng tràn qua đê. Nghiên cứu này kiến nghị nên áp dụng mặt cắt điển hình này cho các tuyến đê biển phía Bắc.

Mặc dù do thiếu số liệu đo đạc kiểm chứng kết quả tính toán lưu lượng sóng tràn trong khu vực này nhưng mục đích chính của nghiên cứu này là đánh giá ảnh hưởng của các dạng mặt cắt đê trong việc giảm lưu lượng sóng tràn. Do đó, tác giả đã thiết lập mô hình với cùng một điều kiện biên và điều kiện ban đầu cho các Phương án đề xuất. Chính vì thế chúng ta có cơ sở để so sánh các trường hợp với nhau vì khi đó sai số sẽ là sai số hệ thống.

Tài liệu tham khảo

1. Vũ Minh Cát (2010), *Nghiên cứu đề xuất mặt cắt ngang đê biển hợp lý với từng loại đê và phù hợp với điều kiện từng vùng từ Quảng Ninh đến Quảng Nam*, Báo cáo tổng hợp đề tài cấp Bộ, Hà Nội.
2. Nguyễn Trung Dũng (2015), *Nghiên cứu quá trình sóng tràn và đưa ra giải pháp thiết kế giảm thiểu tác động của sóng tràn cho đoạn đê Gia Lộc-Văn Chấn, Huyện Cát Hải-Hải Phòng*, Luận văn Thạc sỹ, Trường Đại học Xây Dựng, Hà Nội.
3. CEM (2002), *Coastal Engineering Manual*, U.S. Army Corps of Engineers.
4. EurOtop (2007), *Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures*, Assessment Manual, Environment Agency UK/Expertise Network Waterkeren NL/Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen DE.
5. Nwogu, O (1993), "Alternative Form of Boussinesq Equations for Nearshore Wave Propagation", *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, ASCE, 119(6), 618-638.
6. Nwogu, O.G (1996), "Numerical Prediction of Breaking Waves and Currents with a Boussinesq Model", *Proc. 25th International Conference on Coastal Engineering*, ICCE '96, Orlando, Vol. 4, 4807-4820.
7. Okey George Nwogu and Zeki Demirebilek (2001), *Report 1 Theoretical Background and User's Manual*, BOUSS-2D: A Boussinesq Wave Model for Coastal Regions and Harbors, ERDC/CHL TR-01-25.
8. SMS User Manual (v11.1).