

# KẾT HỢP BA MÔ HÌNH SÓNG, CHUYỂN DỊCH Bùn CÁT VÀ DIỄN BIẾN ĐÁY ĐỂ MÔ PHỎNG SỰ THAY ĐỔI MÁI ĐỐC BỜ BIỂN DƯỚI TÁC ĐỘNG DUY NHẤT CỦA SÓNG THĂNG GÓC VỚI BỜ

Huỳnh Công Hoài

Trường ĐH Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 13 tháng 10 năm 2005, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 17 tháng 03 năm 2006)

**TÓM TẮT :** Ba mô hình bao gồm mô hình sóng, mô hình vận chuyển bùn cát và mô hình diễn biến đáy được kết hợp để mô phỏng sự thay đổi mái dốc bờ biển dưới tác động của sóng thăng góc với bờ. Mô hình được áp dụng tính toán thử nghiệm cho 2 trường hợp. Trường hợp thứ nhất là mô phỏng sự chuyển dịch và biến dạng của một mô cát dưới tác dụng của sóng để xem xét sự hợp lý về mặt định tính của mô hình. Trường hợp thứ hai là áp dụng mô phỏng sự thay đổi mái dốc bờ biển có kích thước thực tế được xây dựng trong phòng thí nghiệm, kết quả đo đạc thực nghiệm được so sánh với kết quả tính toán để đánh giá mức độ chính xác của mô hình.

## 1. GIỚI THIỆU

Nguyên nhân gây ra sự xói lở bờ biển là do tác động của sóng và dòng chảy làm cho bùn cát dịch chuyển theo hai hướng: thăng góc với bờ (cross shore) và dọc theo bờ (long shore). Thông thường sự biến đổi bờ xảy ra trong thời gian dài (long term) được xem như là hệ quả của sự chuyển dịch bùn cát dọc bờ do tác động của sóng và dòng chảy, trong khi sự biến đổi bờ xảy ra trong thời gian ngắn (short-term) hoặc theo mùa (seasonal variation) thường là hệ quả của sự chuyển dịch bùn cát thăng góc với bờ chủ yếu do tác động của sóng [6]. Trong nghiên cứu này xem xét trong trường hợp sự biến đổi mái dốc bờ ngắn hạn và chủ yếu do tác động của sóng thăng góc với bờ.

Quá trình diễn biến xói lở bờ biển do tác động của sóng thăng góc với bờ là một quá trình khá phức tạp, nó bị tác động bởi các yếu tố như chiều cao sóng, vị trí sóng vỡ, dòng chảy do sóng vỡ, ứng suất do sóng tác dụng trên đáy, lượng bùn cát chuyển dịch và cách thức biến dạng mái dốc bờ biển. Một số các yếu tố trên hiện nay vẫn chưa được hiểu rõ tường tận, đặc biệt là trong vùng sóng vỡ nên đã có nhiều cách tiếp cận khác nhau để mô phỏng diễn biến mái dốc bờ. Nhìn chung có 3 cách tiếp cận: (i) Dựa trên các số liệu đo đạc để tìm các công thức thực nghiệm hoặc bán thực nghiệm đánh giá sự ổn định hoặc xu hướng biến đổi mái dốc theo các yếu tố sóng, đặc tính bùn cát và địa thể mái dốc bờ. (ii) Xây dựng các mô hình mô phỏng riêng lẻ từng hiện tượng như mô hình truyền sóng, mô hình chuyển dịch bùn cát, mô hình diễn biến bờ và kết hợp để tìm sự tương tác lẫn nhau. (iii) Xây dựng mô hình cấu trúc dòng chảy do sóng (lúc sóng chưa vỡ và lúc sóng vỡ) để xác định các thông số ảnh hưởng đến sự chuyển dịch bùn cát đồng thời kết hợp với mô hình vận chuyển bùn cát để mô phỏng sự biến dạng bờ.

Trong nghiên cứu này sử dụng cách tiếp cận (ii) để mô hình hoá sự thay đổi mái dốc bờ biển dựa trên 3 mô hình cơ bản như sau :

- + Mô hình sóng khu vực nước nông có xét đến sự phi tuyến của hàng số sóng do ảnh hưởng độ sâu nước nông và sự thay đổi chiều cao sóng do hiện tượng sóng vỡ
- + Mô hình chuyển tải bùn cát khi sóng vỡ và lúc chưa vỡ
- + Mô hình mô phỏng sự diễn biến đáy

Ba mô hình trên được áp dụng luân phiên để mô phỏng sự tương tác giữa các yếu tố với nhau. Mô hình được khảo sát định tính bằng việc tính toán diễn biến của một mô cát dưới tác động của sóng và khảo sát định lượng bằng việc mô phỏng sự sạt lở của một mái dốc bờ biển dưới tác động của sóng trong phòng thí nghiệm.

## 2. CÁC MÔ HÌNH KẾT HỢP :

### 2.1. Mô hình sóng

Mô hình RefDif được phát triển bởi Kirby và Dalrymble (1994) được sử dụng để mô phỏng sự thay đổi chiều cao sóng và vị trí sóng vỡ trong khu nước nông. Mô hình RefDif sử dụng phương trình truyền sóng trên mái dốc lồi (mild slope equation) của Berkhoff (1972) đã được chuyển đổi dưới dạng parabol bởi Kirby (1986) và số tán xạ sóng (dispersion relation) phi tuyến theo Hedges (1976). Với sự cải tiến này mô hình cho phép xác định được chiều cao sóng khá chính xác trong vùng nước nông khi chiều sâu nước khá nhỏ làm cho sóng không còn là sóng tuyến tính nữa. Các chi tiết về mô hình RefDif cũng như các kiểm chứng mô hình có thể xem trong [2], [4], [6], [7].

### 2.2. Mô hình chuyển tải bùn cát

Sự vận chuyển bùn cát là yếu tố quan trọng cho sự thay đổi mái dốc bờ biển. Do cấu trúc dòng chảy trong khu vực sóng vỡ khá phức tạp, nên để xác định sự chuyển tải bùn cát trong khu vực này nhiều mô hình vi mô đã được nghiên cứu để xác định sức tải cát. Các mô hình tính toán sức tải cát đã được Maruyama thống kê khá đầy đủ trong [5]. Trong bài báo này sử dụng mô hình của Watanabe (1986) để xác định sức tải cát trong và ngoài vùng sóng vỡ. Mô hình của Watanabe dựa khái niệm năng lượng (energetic concept) và chấp nhận rằng sức tải cát có thể được xác định theo ứng suất đáy của sóng khi giá trị của nó vượt qua một giá trị phân giới nào đó.

Sức tải cát toàn phần dưới tác dụng của sóng theo Watanabe và cải tiến bởi Horikawa (1988) có thể được mô tả như sau:

$$q_w = F_D \frac{A_w}{\rho g} (\tau_{b,w} - \tau_{cr}) \hat{u}_\delta \quad (1)$$

Trong đó

- $q_w$  : sức tải cát do sóng
- $\rho$  : Khối lượng riêng của nước biển
- $g$  : gia tốc trọng trường
- $\hat{u}_\delta$  : Vận tốc tại lớp biên sóng

Các thông số khác được xác định như sau:

- Thông số  $A_w$  :

$$A_w = \frac{B_w w_s}{(1-\lambda)(s-1)\sqrt{(s-1)gd}} \sqrt{\frac{f_w}{2}} \quad (2)$$

với:

- $B_w$  : hệ số vô thứ nguyên
- $\lambda$  : độ rỗng
- $w_s$  : vận tốc lắng hạt bùn cát
- $d$  : đường kính hạt bùn cát
- $s$  : tỉ trọng hạt bùn cát  $s = \rho_s / \rho$
- $\rho_s$  : khối lượng riêng bùn cát
- Hệ số ma sát ( $f_w$ ) ( Nielson, 1994)

$$f_w = \exp \left[ 5.5 \left( \frac{k_{s,w}}{\hat{A}_b} \right)^{0.2} - 6.3 \right] \quad (3)$$

với:

- $k_{s,w}$  : Hệ số ma sát biểu kiến do sóng

$\hat{A}_\delta$  :Độ lệch của quỹ đạo sóng (bottom peak orbital excursion),

$$\hat{A}_\delta = \frac{H}{2 \sinh kh}$$

$H$  : chiều cao sóng

$k$  : số sóng

$h$  : chiều sâu nước

- Ứng suất đáy do sóng ( $\tau_{b,w}$ )

Ứng suất đáy do sóng trung bình theo thời gian được xác định theo Van Rijn (1989)

$$\tau_{b,w} = \frac{1}{4} \rho f_w \hat{u}_\delta^2 \quad (4)$$

Trong đó:

$\hat{u}_\delta$  : Vận tốc tại lớp biên sóng (pick orbital velocity)

$$\hat{u}_\delta = \frac{\pi H}{T \sinh(kh)} \quad (5)$$

$T$  : Chu kỳ sóng

- Ứng suất đáy phân giới do sóng ( $\tau_{cr}$ )

Trong nghiên cứu của Van Rijn (1993), các kết quả thí nghiệm ứng suất phân giới của chuyển động sóng được so sánh với giá trị của đường cong Shields cho thấy đường cong Shields cũng khá thích hợp với chuyển động sóng. Do đó trong mô hình này sử dụng chỉ tiêu phân giới của Shields để xác định ứng suất đáy phân giới

- Hàm chỉ hướng ( $F_d$ ):

Hàm chỉ hướng dựa trên thông số Ursell chỉ mức độ phi tuyến của chuyển động. Hàm  $F_d$  được dùng để xác định chiều chuyển động và mức độ tập trung của dòng bùn cát.

$$F_d = \tanh\left(K_d \frac{\Pi_c - \Pi}{\Pi_c}\right) \quad (6)$$

Với:

$$\Pi = \frac{\hat{u}_\delta^2}{\text{sgd}} \frac{h}{L_0} \quad (7)$$

$F_d$ : Hàm chỉ hướng

$L_0$ : Chiều dài sóng nước sâu

$K_d$ : Hệ số kiểm soát mức độ thay đổi sức tải cát quanh điểm cân bằng (null point)

$\Pi_c$  : giá trị phân giới của  $\Pi$  tại điểm nơi sức tải cát cân bằng. Giá trị của  $\Pi_c$  có thể lấy bằng 1 hoặc có thể xác định qua thử nghiệm của mô hình. Khi  $\Pi$  nhỏ hơn  $\Pi_c$  ( $F_d > 0$ ) dòng bùn cát di chuyển theo phương truyền sóng và khi  $\Pi$  lớn hơn  $\Pi_c$  thì dòng bùn cát theo chiều nghịch lại.

### 2.3. Mô hình diễn biến đáy:

Dưới sự tác động ứng suất sóng, bùn cát sẽ bị chuyển dịch. Phương trình bảo toàn khối lượng cho :

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x} \left( q_x - \varepsilon_s |q_x| \frac{\partial z_b}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left( q_y - \varepsilon_s |q_y| \frac{\partial z_b}{\partial y} \right) \quad (8)$$

Với:

- $z_b$  : cao trình
- $q_x, q_y$  : sức tải cát theo phương x, và y
- $\varepsilon_s$  : hệ số ổn định mái dốc

Phương pháp sai phân hữu hạn được dùng để giải (8). Sơ đồ sai phân tiến (upwind) hay sai phân lùi (backwind) được áp dụng tùy theo chiều chuyển tải bùn cát, do đó trong mô hình có thể cần hoặc không cần điều kiện biên [4].

## 3. ÁP DỤNG TÍNH TỐN

Hai trường hợp tính toán được áp dụng là (i) mô phỏng sự chuyển dịch của một mô cát dưới ảnh hưởng của sóng và (ii) mô phỏng sự diễn biến của một mái dốc bờ biển do tác động của sóng thẳng góc. Trường hợp tính toán (i) dùng để kiểm tra sự tương tác hợp lý giữa các mô hình, bản chất hiện tượng bồi xói và trường hợp tính toán (ii) dùng để đánh giá mức độ chính xác của mô hình.

### 3.1. Sự chuyển dịch của mô cát dưới tác dụng của sóng:

Sự vận chuyển bùn cát và chuyển dịch của mô cát dưới tác động của sóng đơn thuần (không có sóng vỡ) đã được các nhà khoa học thực hiện trong phòng thí nghiệm và đã phân tích, mô tả xu hướng diễn biến của nó [12]. Do vậy để khảo sát định tính sự mô phỏng của 3 mô hình kết hợp, mô hình toán được áp dụng để mô phỏng sự chuyển dịch một mô cát dưới tác dụng sóng thuần túy. Kết quả của mô hình được dùng để phân tích hiện tượng chuyển dịch bùn cát và xu hướng biến dạng của mô cát nhằm mục đích đánh giá tính hợp lý của việc mô phỏng

#### 3.1.1. Mô tả miền tính toán

Một mô cát có đường kính hạt  $d = 0,27$  mm có dạng là một phần của cung tròn cao 1m. (hình 1). Mô cát đặt trong kênh hình chữ nhật có kích thước 100 m dài và rộng 9m (hình 2). Phương trình dạng mặt cong của mô cát theo biểu thức:

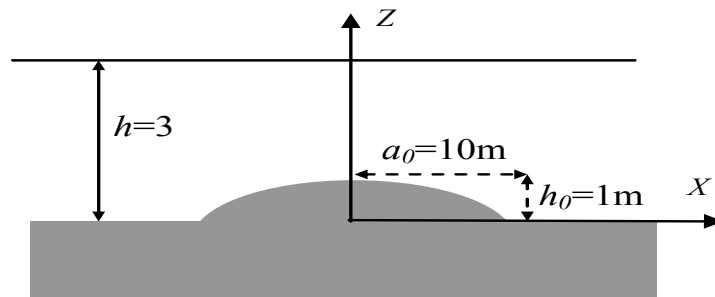
$$Z = \sqrt{\left(\frac{h_0}{2} + \frac{a_0^2}{2h_0}\right)^2 - X^2} - \left(\frac{a_0^2}{2h_0} - \frac{h_0}{2}\right) \quad -a_0 < X < a_0$$

$$Z = 0 \quad X \leq a_0 \text{ or } X \geq a_0 \quad (9)$$

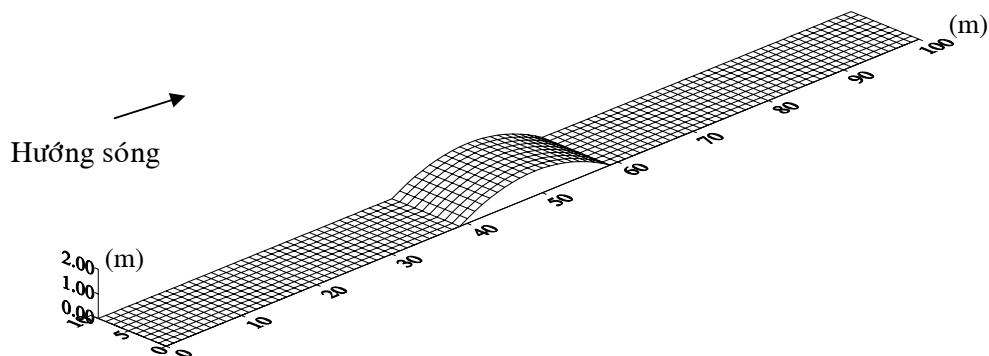
với

$h_0$  : chiều cao mô cát,  $h_0 = 1$  m

$a_0$ : khoảng cách từ tâm đến mép mô cát,  $a_0 = 10$  m  
 Kênh có độ sâu nước,  $h = 3$  m



**Hình 1:** Hình dạng mô cát ban đầu



**Hình 2:** Vị trí ban đầu mô cát

### 3.1.2 Các thông số tính toán

- Thông số sóng : Sóng truyền từ thượng lưu về hạ lưu với chiều cao sóng đến  $H_0 = 0,4$  m với chu kỳ  $T = 9$ s.

- Lưới tính toán  $\Delta x = \Delta y = 1$  m và bước tính toán  $\Delta t = 1$  giờ

- Điều kiện biên cho mô hình diễn biến đáy là xem đáy thượng và hạ lưu không đổi.

- Các thông số cho mô hình sức tải cát:

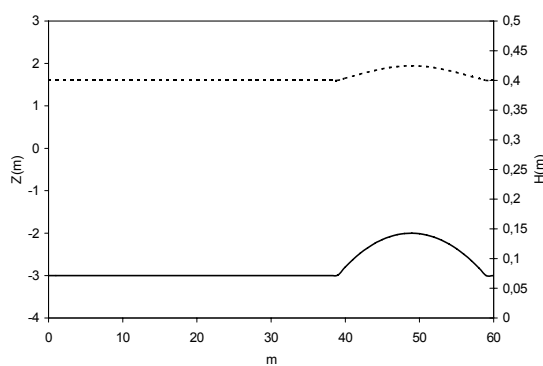
- Hệ số không thứ nguyên  $B_w = 7$
- Độ rỗng:  $\lambda = 0,4$
- Hệ số ma sát biểu kiến  $K_{s,w} = 0,1$  m
- Tỷ trọng bùn cát:  $s = 2,65$
- Hệ số kiểm soát mức độ thay đổi sức tải cát quanh điểm cân bằng (null point)  $K_d = 1$
- Giá trị phân giới  $\Pi_c = 1$
- Hệ số ảnh hưởng mái dốc  $\varepsilon_s = 0$

### 3.1.3. Kết quả tính toán:

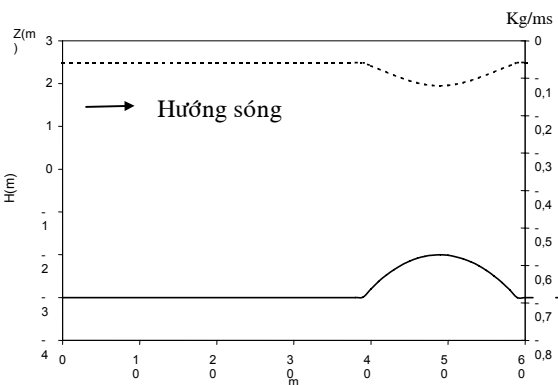
Mô hình được áp dụng mô phỏng sự chuyển dịch của mô cát trong thời gian 400 giờ. Hình 3 mô tả hình dạng, vị trí mô cát và kết quả tính toán chiều cao sóng ở thời điểm ban đầu ( $t = 0$  giờ). Sóng trong khu vực trước mô cát có chiều cao là 0,4 m, khi sóng di chuyển đến gần đỉnh mô cát do độ sâu nước bị giảm làm tăng chiều cao sóng. Sau khi sóng di chuyển qua khỏi mô cát chiều cao sóng trở lại bình thường.

Kết quả tính toán cho thấy mô hình sóng mô phỏng diễn biến sóng khá tốt.

Hình 4 trình bày diễn biến của sức tải cát khi sóng truyền qua mô cát. Ta thấy sức tải cát trước, trên và sau mô cát đều có giá âm, điều này cho thấy phương chuyển động của dòng bùn cát ngược chiều với chiều truyền sóng. Trong khu vực trước và sau mô cát sức tải cát có giá trị không đổi. Nhưng trong khu vực mô cát, từ chân đến đỉnh mô cát phía thượng lưu, giá trị sức tải cát tăng dần theo phương truyền sóng hay nói cách khác là giảm dần theo phương chuyển động dòng bùn cát, do đó trong khu vực này sẽ sinh ra bồi lắng. Ngược lại trong khu vực từ đỉnh mô cát đến chân phía hạ lưu, giá trị sức tải cát giảm dần theo phương truyền sóng hay theo phương dòng bùn cát thì giá trị sức tải cát tăng dần. Điều này cho thấy khu vực này sẽ sinh ra xói lở.



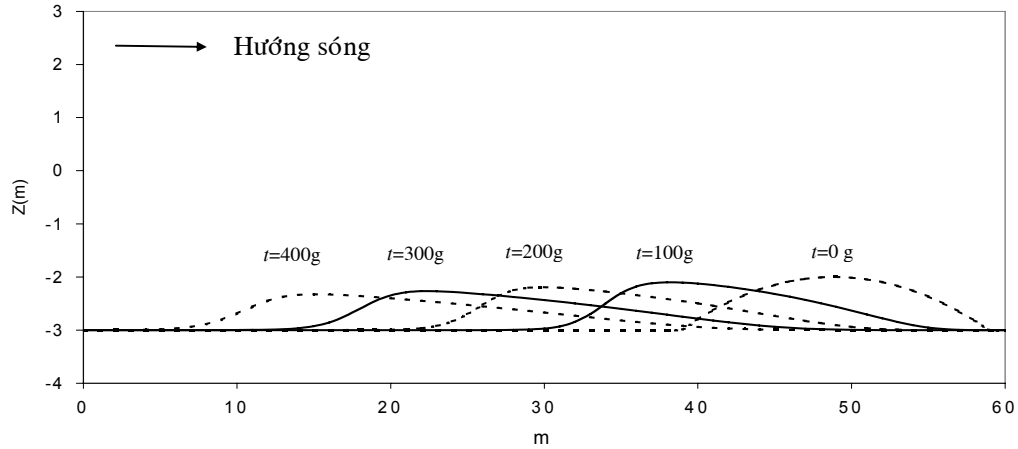
**Hình 3.** Profile của mô cát (—) và chiều cao sóng (----) lúc  $t = 0$  giờ



**Hình 4.** Profile của mô cát (—) và sức tải cát

Hình 5 mô tả sự biến dạng và vị trí mô cát tại các thời điểm  $t = 0$  g, 100g, 200g, 300g và 400g. Kết quả tính toán cho thấy mô cát dịch chuyển dần về hướng ngược chiều với phương truyền sóng. Hình dạng mô cát không còn đối xứng, mặt phía thượng lưu khá dốc và mặt phía hạ lưu thoải dần. Chiều cao mô cát giảm dần theo chiều chuyển động.

Quá trình diễn biến của mô cát cho thấy việc kết hợp các mô hình sóng, mô hình chuyển tải bùn cát, mô hình diễn biến đáy đã có sự tương tác khá tốt. Kết mô phỏng phù hợp với bản chất vật lý hiện tượng chuyển dịch của các mô cát dưới ảnh hưởng của sóng.



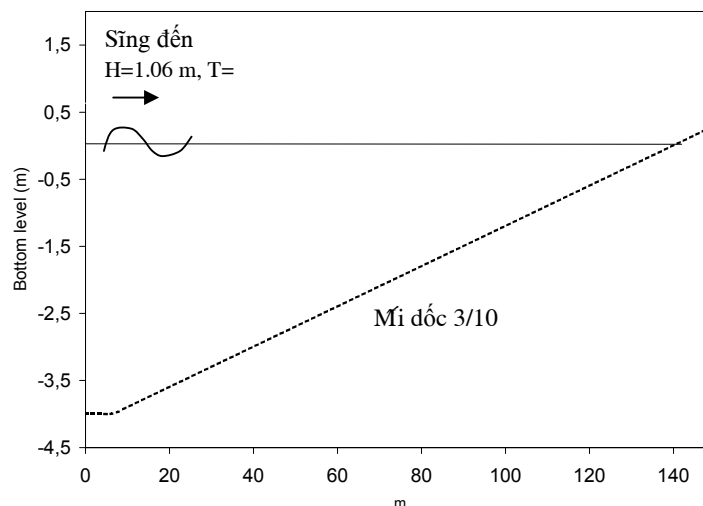
Hình.5 Sự biến dạng và vị trí mô cát tại các thời điểm khác nhau

### 3.2. Sự thay đổi mái dốc bờ do tác động của sóng:

Hiện tượng bồi xói mái dốc bờ do tác động của sóng thẳng góc với bờ khá phức tạp do trong miền này xuất hiện sóng vỡ, xu hướng chuyển dịch bùn cát không đơn thuần theo một hướng nhất định. Do đó để đánh giá việc mô phỏng trong trường hợp này, mô hình được áp dụng để mô phỏng sự sạt lở một mái dốc bờ biển nhân tạo có kích thước bằng kích thước thực tế được xây dựng tại phòng thí nghiệm CRIEP (Center Research Institute of Electric Power Industry, Nhật Bản). Kết quả tính toán giữa mô hình và thực đo trong phòng thí nghiệm được phân tích và so sánh.

#### 3.2.1. Mơ tả miền tính toán:

Mái dốc bờ biển có độ dốc 3/10 (hình 6) và cát có đường kính 0,27mm được đặt trong một máng dài 205 m, rộng 3,4 m. (Horikawa,1988).



Hình.6 Mái dốc bờ biển tại thời điểm  $t = 0$

#### 3.2.2. Thông số tính toán:

- Thông số sóng :

- Sóng đến ở độ sâu 4 m với chiều cao sóng  $H_0 = 1,06m$

- Chu kỳ sóng  $T = 4,5$  s
- Chiều dài sóng (nước sâu):  $L = 25,48$
- Lưới tính toán :  $\Delta x = 1,5$  m và  $\Delta y = 1$  m (100 x10 nút)
- Điều kiện biên xem đáy ở biên đầu và cuối cố định
- Thông số mô hình sức tải cát:
  - Hệ số ma sát biểu kiến do sóng  $k_{s,w} = 0.02$  m.
  - Hệ ổn định mái dốc:  $\varepsilon_s = 1$
  - Độ rỗng :  $\lambda = 0.4$ .
  - Tỷ trọng cát:  $s = 2.65$ .
  - Hệ số vô thứ nguyên :  $B_w = 3$ .
  - Giá trị phân giới  $\Pi_c = 1$
  - Hệ số kiểm soát sự thay đổi sức tải cát quanh điểm cân bằng :  $K_d = 1$

### c. Kết quả tính toán:

Mô hình được áp dụng mô phỏng sự thay đổi mái dốc trong thời gian 78 giờ với bước thời gian  $\Delta t = 1800$ s.

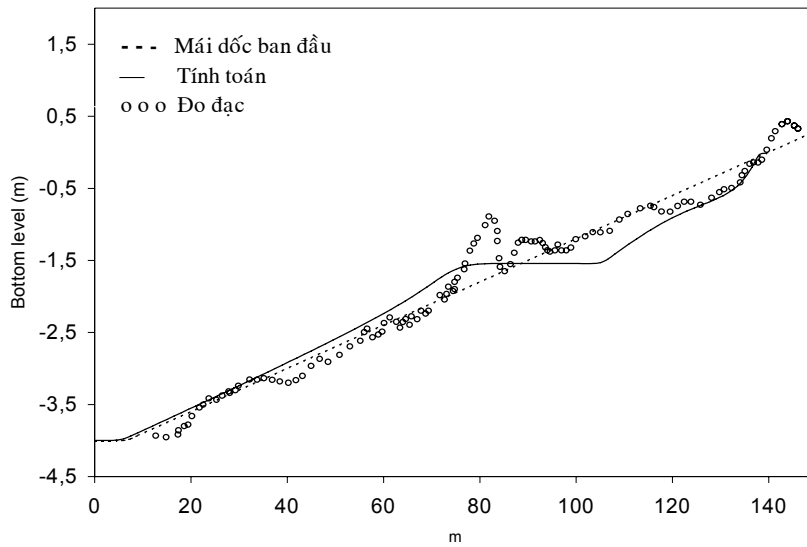
Để khảo sát các yếu tố tác động đến diễn biến mái dốc, hình 7 trình bày chiều cao sóng, giá trị sức tải cát và profile mái dốc tại các thời điểm  $t = 0$  g (---),  $t = 40$ g (x x x) và  $t = 78$  g (—).

Đường biểu diễn trên cùng (hình 7) chỉ chiều cao sóng, ta nhận thấy chiều cao sóng đến  $H_0 = 1,06$  m tăng dần khi sóng đi vào bờ, đến một độ cao cực đại và rồi nhanh chóng giảm dần đến không. Vị trí có chiều cao sóng cực đại đó là vị trí sóng vỡ

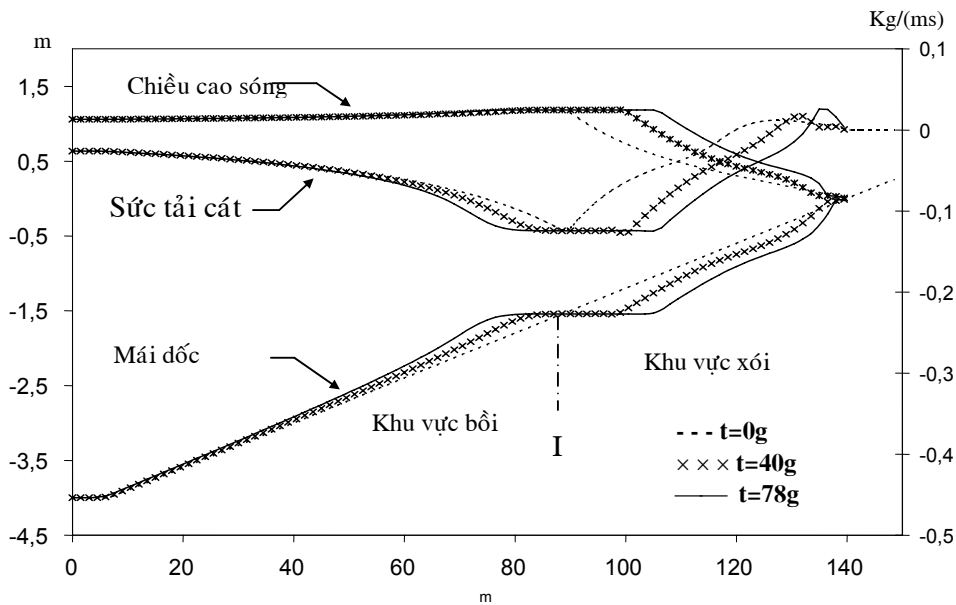
Đường biểu diễn ở giữa chỉ giá trị của sức tải cát. Ta thấy hầu hết trên toàn bộ mái dốc bờ biển sức tải cát mang giá trị âm, cho thấy hướng di chuyển dòng bùn cát ngược chiều sóng đến. Như vậy hầu hết dưới tác động của sóng thẳng góc với bờ, bùn cát bị di chuyển ra hướng biển. Trên mái dốc bờ biển, từ vị trí sóng vỡ đi ra hướng biển, giá trị sức tải cát có khuynh hướng giảm dần, điều này cho thấy khu vực này sẽ có khuynh hướng bị bồi. Trong khi đó từ đường bờ (vị trí cao nhất của mái dốc) đến vị trí sóng vỡ, giá trị sức tải cát tăng dần cho thấy khu vực này (surfzone) có khuynh hướng bị xói. Trên mặt mái dốc có một khu vực gần giữa mái dốc (điểm I), giá trị sức tải cát không đổi, đường biểu diễn sức tải cát nằm ngang. Đây là khu vực không bị bồi hoặc xói, trong mô hình được gọi là null point.

Diễn biến mái dốc bờ biển trong thời gian 75 giờ được minh họa trong hình 7 cho thấy có hai khu vực bồi xói rõ rệt, phần từ vị trí sóng vỡ hướng vào đường bờ (surfzone) bị xói, và lượng bùn cát này được di chuyển ra bồi đắp trong khu vực từ điểm sóng vỡ hướng ra biển. Xét về bản chất vật lý, hiện tượng di chuyển bùn cát từ khu vực sóng vỡ ra bồi đắp khu vực trước sóng vỡ là điều hợp lý.

Để xem xét mức độ chính xác của mô hình, hình dạng của mái dốc do sóng tác động sau 75 giờ mô phỏng bởi mô hình và kết quả thực đo trong phòng thí nghiệm được trình bày trên hình 8. Kết quả cho thấy mô hình mô phỏng khá phù hợp các khu vực bồi xói trên mặt mái dốc. Tuy nhiên có một vài điểm khác biệt là mức độ bồi thực tế tập trung ngay vị trí trước sóng vỡ nên tạo ra sự bồi lắng mảnh liệt tại vị trí này, trong khi mô hình mô phỏng sự bồi lắng xuất hiện đồng đều hơn trong khu vực trước sóng vỡ. Trong khu vực sóng vỡ, diễn biến xói thực tế xảy ra ở phạm vi ngắn hơn so với mô hình.



Hình.8 So sánh giữa kết quả tính toán mô phỏng và thực đo tại thời điểm  $t = 78g$ .



Hình.7 Mái dốc bờ, sức tải cát và chiều cao sóng tại các thời điểm  $t = 0$ ,  $t = 40g$  và  $t = 78g$

#### 4. KẾT LUẬN :

Từ các kết quả trên cho thấy việc kết hợp 3 mô hình sóng, chuyển tải bùn cát và diễn biến đáy có thể mô phỏng hiện tượng bồi xói dưới tác động đơn thuần của sóng thẳng góc với bờ. Với kết quả tính toán diễn biến do sóng tác động trên mái dốc có kích thước thực tế trong thí nghiệm cho thấy việc mô phỏng một trường hợp tương đương với điều kiện thực tế khá phù hợp. Tuy nhiên kết quả diễn biến đáy tại vị trí sóng vỡ, mô hình toán chưa đạt đến mức độ chính xác hoàn toàn. Lý do là hiện tượng dòng chảy do sóng vỡ là một chuyển động rối mang rất nhiều yếu tố ngẫu nhiên và không ổn định, do đó sự chuyển dịch bùn cát và bồi xói trên

mái dốc cũng mang yếu ngẫu nhiên và có thể đưa đến những vị trí bồi xói cục bộ, không đồng đều mà trong mô hình toán khó có thể mô phỏng được.

Với kết quả tính toán thử nghiệm trên cho phép có thể phát triển mô hình để dự báo khuynh hướng bồi xói khi mà tác động của sóng thẳng góc với bờ là chủ yếu.

*Lời cảm ơn* : Trong nghiên cứu này tác giả nhận được sự hỗ trợ của chương trình nghiên cứu cơ bản của Bộ Khoa học Công nghệ và Môi trường.

## THE COMBINATION OF WAVE MODEL, SEDIMENT TRANSPORT MODEL AND BOTTOM EVALUTION MODEL TO SIMULATE THE BEACH CHANGE DUE TO CROSS-SHORE WAVES

Huynh Cong Hoai

University of Technology – VNU- HCM

**ABSTRACT:** *Three models including the wave model, the sediment transport model and the bottom evolution model are combined to simulate the bottom change under the action of cross-shore waves. two applications for the combined model are carried. The first application is to simulate the movement and deformation of a sand bar under the action of waves. The second one is to predict the profile change of a model beach with the real size in laboratory. The experimental data and model results are compared to evaluate the accuracy of the model prediction*

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Berkhoff, J.C.W., *Computation of combined refraction, diffraction*, In proceedings of the 13<sup>th</sup> international coastal engineering conference. ASCE, Newyork, 1972, pp. 471-490
- [2]. Dalrympe, R. A., Kirby, J.T., *Models for very wide angle water waves and wave diffraction*, Journal of Fluid Mechanics, vol 129,1988, pp.33-50
- [3]. Hedges, T.S, *An empirical modification to linear wave theory*, Proc. Inst. Gr. Engrs, 61, 1976, pp. 575-579.
- [4]. Hoai H C., *Sediment transport modelling, application in Vietnamese litoral*, Disertation of doctoral degree INPT, France. 180p, 2001.
- [5]. Horikawa Kiyoshi, *Nearshore dynamics and coastal processes*, University of Tokyo Press, 1988, 522 p.
- [6]. John B.Herbich, *Handbook of coastal engineering*, McGraw-Hill,2000
- [7]. Kirby J.T and Dalrymple, *Modification to propagation model for the combined refraction – diffraction of stokes waves, Shallow water, large angle and breaking wave effects*, Report N<sup>o</sup> UFL/COEL-85/001 Coastal and Oceanographic Engineering Department, University of Florida, Gainesville, FL 32611, 1985, 82 p
- [8]. Kirby J.T, Dalrymple R.A., *Combine refraction-diffraction model*, version 2.5. Documentation and user's manual, CACR report No.94-22, 1994
- [9]. Kirby, J.T., *Higher-order approximation in the parabolic equation method for water waves*, Journal Geophys, Research, 91, 1986, pp. 932 – 952.
- [10]. Nielson P. , *Coastal bottom boundary layers and sediment transport*, Published by World Scientific. 1994, 324p.

- [11]. Van Rijn L. C. , *Principle of sediment transport in river, estuaries and coastal seas*, Aqua Publications, 1993.
- [12]. Van Rijn L. C. *Handbook sediment transport by currents and waves*, Delft hydraulics, 1989
- [13]. Watanabe , *Numerical model of beach topography change - Nearshore dynamics and coastal processes*, Edited by Horikawa K. University of Tokyo Press, 1988, 522 p.