

Research on scour of sea dyke using physical model

Le Hai Trung¹, Nguyen Quang Luong¹, Le Xuan Roanh¹

Abstract: Scouring of dyke toe in during storm can cause instability of the dyke, and no longer work properly protecting land areas behind, resulting in loss and damage in infrastructure, people, culture and others. For years, physical model has been applied in researching scour, however study in this topic in Vietnam is still limited in either quantity or quality. This report is to introduce possibility of using physical model with wave flume to study scour at Vietnamese dyke toe and also to present some results attained from a number of experiments which were conducted at the Intergrated Hydraulics Laboratory, Water Resources University. Results based on physical model test together with field measurements will be good foundation for a new guideline in Designing sea dyke for Vietnam.

Khả năng áp dụng mô hình vật lý trong nghiên cứu xói chân đê biển ở Việt Nam

Lê Hải Trung¹, Nguyễn Quang Lương¹, Lê Xuân Roanh¹

Tóm tắt: Xói chân đê biển trong bão có thể gây ra mất ổn định của đê biển, không đảm bảo chức năng bảo vệ vùng đất phía sau, gây thiệt hại về con người, cơ sở vật chất và những giá trị khác. Từ lâu mô hình vật lý đã được áp dụng trong nghiên cứu xói chân đê biển, tuy nhiên ở Việt Nam những nghiên cứu này còn hạn chế. Báo cáo này giới thiệu về khả năng áp dụng mô hình vật lý trong máng sóng trong nghiên cứu xói chân đê biển Việt Nam và trình bày một số kết quả thực nghiệm đạt được dựa trên các thí nghiệm đã tiến hành tại Phòng Thí nghiệm Thủy lực Tổng hợp, Đại học Thủy lợi. Kết quả nghiên cứu dựa trên các thí nghiệm mô hình vật lý cùng với các đo đạc quan trắc sẽ góp phần xây dựng tiêu chuẩn thiết kế đê biển Việt Nam trong thời gian tới.

1. Giới thiệu chung

Đường bờ Việt Nam kéo dài khoảng hơn 3000 km từ Bắc xuống Nam, dọc bờ biển là các thành phố lớn, trung tâm kinh tế, công nghiệp với mật độ dân số cao. Hệ thống đê biển đóng một vai trò quan trọng bảo vệ những vùng kinh tế này cũng như sự phát triển của Việt Nam. Ở Việt Nam, đê biển là một dạng công trình phổ biến, đã được xây dựng từ lâu đời để bảo vệ vùng đất ven biển khỏi nguy cơ ngập lụt, xói lở do tác động của bão, sóng biển, dòng chảy. Hệ thống đê biển có tổng chiều dài khoảng 2700 km. Đê biển thường được xây dựng như một công trình độc lập hay có thể được kết hợp với các dạng công trình khác để tăng hiệu quả làm việc. Về bản chất, mục đích của việc xây dựng đê biển là cố định ranh giới giữa đất liền và biển. Để đảm bảo chức năng yêu cầu, đê biển cần phải làm việc ổn định và bền vững. Sự ổn định của chân đê phía biển là một yếu tố quan trọng trong sự ổn định tổng thể của cả công trình. Dưới tác dụng của dòng và sóng biển (đặc biệt trong điều kiện bão) chân đê biển, có thể bị xói, sẽ dẫn tới gây mất ổn định cho cả đê. Do đó nghiên cứu xói chân đê biển là cần thiết để phục vụ công tác thiết kế các chi tiết cấu tạo hình học và kết cấu của đê biển.

Trên thế giới, đã có nhiều công trình nghiên cứu xói lở áp dụng mô hình vật lý trong máng sóng với các thiết bị mô phỏng sóng, dòng. Trong các thí nghiệm mô hình, công trình thực tế được thu nhỏ (thông thường được đơn giản hóa, chỉ mang các đặc trưng tiêu biểu) trên

¹ Faculty of Marine and Coastal Engineering, Water Resources University; E-mail: trung.l.h@wru.edu.vn

một nền vật liệu rời, ví dụ cát hay cuội sỏi. Tại Việt Nam, các công trình nghiên cứu xói lở chân đê biển nói chung, và đặc biệt các nghiên cứu áp dụng mô hình vật lý nói riêng chưa nhiều, ví dụ: Hà (2003). Trong phạm vi báo cáo này, chúng tôi đề cập tới khả năng áp dụng mô hình vật lý máng sóng 2 chiều trong nghiên cứu hiện tượng xói chân đê biển Việt Nam và một số kết quả thu được.

2. Mục tiêu, giới hạn và phương pháp nghiên cứu

Báo cáo này xem xét khả năng áp dụng mô hình vật lý trong nghiên cứu xói lở chân đê ở Việt Nam. Nội dung chính của báo này như sau

- Xem xét khả năng sử dụng mô hình vật lý trong máng sóng (mô hình 2 chiều) nghiên cứu vấn đề xói chân đê trong bão.
- Tiến hành một số thí nghiệm xói chân, xem xét sự phát triển hố xói theo thời gian.

Ngoài ra, một số đặc điểm mang tính đặc thù của đê biển nước ta đã được xét tới trong nghiên cứu:

- Sự phát triển hố xói trong trường hợp đê có tường đỉnh. Thực tế ở Việt Nam, tường đỉnh được áp dụng khá phổ biến nhằm nâng cao cao trình đỉnh đê, giảm khối lượng vật liệu đắp đê cũng như giảm một lượng lớn sóng tràn qua đê. Tuy nhiên ảnh hưởng của tường đỉnh tới xói trước chân đê chưa được nghiên cứu thỏa đáng.
- Ảnh hưởng của một số dạng kết cấu bảo vệ chân đê như ống buy, thảm đá tới quá trình xói. Ống buy đã được áp dụng tại khá nhiều tuyến đê (ví dụ như đê biển ở Nam Định, Thái Bình, Hải Phòng, ...), mặc dầu vậy hiệu quả làm việc của ống buy chưa được báo cáo, nghiên cứu đầy đủ.

Phương pháp nghiên cứu là thực nghiệm trên các mô hình vật lý xói chân đê trong máng sóng. Các thí nghiệm được tiến hành với các điều kiện biên thiết kế phổ biến của Việt Nam về mặt thủy động lực (sóng và mực nước trong điều kiện bão), hình học kết cấu (chiều cao đê, mái đê, tường đỉnh trên đê, kết cấu bảo vệ chân đê) và bãi trước đê.

3. Xây dựng mô hình và chương trình thí nghiệm

3.1. Máng sóng

Các thí nghiệm được tiến hành trong máng sóng do Viện Thủy Lực Delft (W | L Delft Hydraulics) Hà Lan thiết kế, chế tạo. Chiều dài hữu ích của máng sóng 50.0m, chiều cao 1.2m, chiều rộng 1.0m. Máy tạo sóng có khả năng tạo sóng đơn (một tần số) hay sóng ngẫu nhiên theo một số dạng phổ sóng phổ biến như JONSWAP, Pierson-Moskowitz (P-M). Đồng thời máy có khả năng hấp thụ sóng xạ tự động (ARC – Active Reflection Compensation).



Hình 1: Máng sóng Hà Lan, Phòng thí nghiệm Thủy lực tổng hợp, Đại học Thủy lợi.

3.2 Mô hình đê và bãi trước đê

3.2.1 Hiện trạng mặt cắt đê biển Việt Nam

Qua điều tra hiện trạng các mặt cắt ngang đê biển dọc theo đường bờ biển Việt Nam, đặc điểm kết cấu và hình học phổ biến như sau:

- Đỉnh đê (kể cả trong trường hợp có tường đỉnh) cao trình đỉnh đê phổ biến từ 4.0m đến 5.5m.
- Độ lưu không tính từ cao trình mực nước thiết kế (MNTK) đến cao trình đỉnh tường phổ biến nằm trong khoảng từ 1.5m đến 2.5m.
- Tường đỉnh chắn sóng đặt trên đê có chiều cao phổ biến từ 0.5m đến 0.7m.
- Độ dốc mái đê phía biển phổ biến trong khoảng 1 : 3 đến 1 : 4.
- Địa hình bãi trước đê rất đa dạng và phức tạp. Tại các vị trí xung yếu bãi khá sâu (độ sâu trung bình lớn hơn 5 ~ 6m trong điều kiện bão) hoặc không tồn tại bãi. Còn lại phần lớn bãi trước đê khá thoải, rộng có độ sâu được xếp vào loại từ nông đến rất nông (độ sâu từ 1m ~ 4m trong điều kiện bão).

3.2.2 Tỷ lệ mô hình

Nhằm mô phỏng hiện tượng xói chân đê và áp dụng kết quả thí nghiệm trong điều kiện thực tế, cần phải xác định được tỷ lệ mô hình về chiều dài và thời gian. Theo Hughes (1993), để thỏa mãn điều kiện tương tự thủy động lực học trong các quá trình vận chuyển bùn cát thì phải thỏa mãn tiêu chuẩn Froude và tiêu chuẩn tương tự vận tốc lắng chìm hạt cát. Do điều kiện thực tế về cả kỹ thuật cũng như tài chính, chúng tôi sử dụng cát tự nhiên để làm thí nghiệm. Cát được chọn để mô phỏng phải có đường kính nhỏ hơn cát được mô phỏng, tức là cát ở công trình thực tế. Mặt cắt mô hình đê được lựa chọn đồng dạng với mặt cắt đê thực tế. Do đó, các mối liên hệ về tỷ lệ mô hình là:

$$N_t = \sqrt{N_L} \quad (1)$$

$$N_w = \sqrt{N_L} \quad (2)$$

trong đó N_L , N_t và N_w lần lượt là tỷ lệ chiều dài, tỷ lệ thời gian hình thái, và tỷ lệ vận tốc lắng chìm hạt cát (thực tế/ mô hình).

Từ công thức (2), ta thấy rằng tỷ lệ chiều dài được lựa chọn phụ thuộc vào tỷ lệ vận tốc lắng chìm hạt cát, tức là phụ thuộc vào cỡ hạt của cát trong thực tế cũng như trong mô hình. Vận tốc lắng chìm hạt cát cỡ vừa được tính toán theo công thức của Van Rijn (1993):

$$w_s = \frac{10\nu}{d_{50}} \left[\left(1 + 0.01\Delta g d_{50}^3 \nu^2 \right)^{0.5} - 1 \right] \quad \text{với} \quad 0.1mm < d_{50} < 1.0mm \quad (3)$$

trong đó d_{50} là đường kính giữa của cát, w_s là vận tốc lắng chìm hạt cát, ν là độ nhớt động học phân tử của nước, và Δ là tỷ trọng tương đối của cát so với nước.

Lấy trường hợp bờ biển Hải Hậu – Nam Định là nguyên mẫu, vật liệu mô phỏng trong máng sóng là cát hạt mịn Ngọc Thạch - Hà Tĩnh. Các chỉ tiêu của hai loại cát, thực tế và mô hình, được liệt kê trong Bảng 2 sau đây.

Bảng 2: Các đặc trưng vật liệu thực tế, mô hình.

Chỉ tiêu	Thực tế	Mô hình
Tỷ trọng tương đối Δ	1.67	1.63
Đường kính hạt d_{50} [μm]	250	120
Độ nhớt động học của nước ν [cm^2/s]	0.0119	0.0100
Vận tốc lắng chìm W_s [cm/s]	3.47	1.08

Từ công thức (1) và (2), ta có tỷ lệ chiều dài khoảng $N_L \approx 9$ và tỷ lệ thời gian hình thái khoảng $N_t = N_w \approx 3$. Như vậy đối với cơn bão thực tế kéo dài 5 đến 8 giờ, thì có thể mô phỏng trong khoảng 2 tới 3 giờ là hợp lý (thời gian thí nghiệm). Với điều kiện bãi nông, chiều cao sóng bị giới hạn bởi độ sâu nước, chiều cao sóng trước chân công trình trong thực tế khoảng 1 tới 2 m. Theo tỷ lệ mô hình N_L tạo sóng có chiều cao khoảng 0.20m tới 0.25m trong máng là thoả mãn.

Với bãi sâu sóng có thể lớn hơn, thì phạm vi thí nghiệm mô hình tỷ lệ nhỏ không thể bao quát hết được, đây là hạn chế của điều kiện thí nghiệm máng sóng nhỏ. Tuy nhiên đây không phải là trường hợp nguy hiểm với nghiên cứu xói chân vì cần lưu ý rằng khi nước quá sâu thì chiều sâu hố xói lại giảm đi.

Trên cơ sở các đặc điểm hình học, kế cấu đê biển, và các phân tích về tỷ lệ mô hình nêu trên, chúng tôi đã chọn mô hình đê biển trong máng sóng có chiều cao 1.1m, với hai độ dốc mái đê phía biển lần lượt là $m = 1:3$ và $m = 1:4$. Mô hình được thiết kế đủ cao để sóng tràn gần như không xảy ra, do đó mực nước trước chân đê (cũng là mực nước trong máng) được duy trì gần như không đổi trong suốt quá trình tiến hành thí nghiệm. Tường chắn sóng trên đỉnh đê là dạng tường có vách phía biển thẳng đứng, được mô hình hoá thành dạng hình nêm như trong Hình 2. Mô hình đê, và tường đỉnh được chế tạo bằng gỗ chịu nước, mái đê nhẵn, không thấm nước.

Sử dụng cát để tạo bãi trước đê có chiều dày 0.3 m, lớn hơn chiều cao sóng ở chân công trình. Chiều dày này đảm bảo hố xói chỉ phát triển trong vùng vật liệu cát, do chiều sâu hố xói lớn nhất xấp xỉ chiều cao sóng tại vị trí tương ứng (công thức kinh nghiệm theo Shore Protection Manual, 1984). Chiều dài bãi khoảng 10 m, đảm bảo thoả mãn định nghĩa về bãi có chiều dài ít nhất là một chiều dài con sóng nước sâu. Bãi phẳng nằm ngang. Đoạn chuyển tiếp giữa bãi và đáy máng được làm bằng gỗ, có độ dốc $m = 1:20$.

3.3. Bố trí mô hình và chương trình thí nghiệm

Sơ đồ bố trí mô hình thí nghiệm xói chân đê được thể hiện trong Hình 2. Sử dụng 5 đầu đo dao động mặt nước MHM (do Delft Hydraulics Hà Lan sản xuất) để xác định chế độ sóng tại các vị trí trước bãi, giữa bãi, và trước hố xói. Ba đầu đo trước bãi được sử dụng để phân tách sóng phản xạ xác định các thông số sóng đến. Địa hình đáy bãi được đo bằng máy đo địa hình PV09 do Delft Hydraulics, Hà Lan sản xuất. Tín hiệu từ các đầu đo được truyền tới bộ phận thu tín hiệu, sau đó được truyền tới và lưu trữ trong máy tính chuyên dụng.

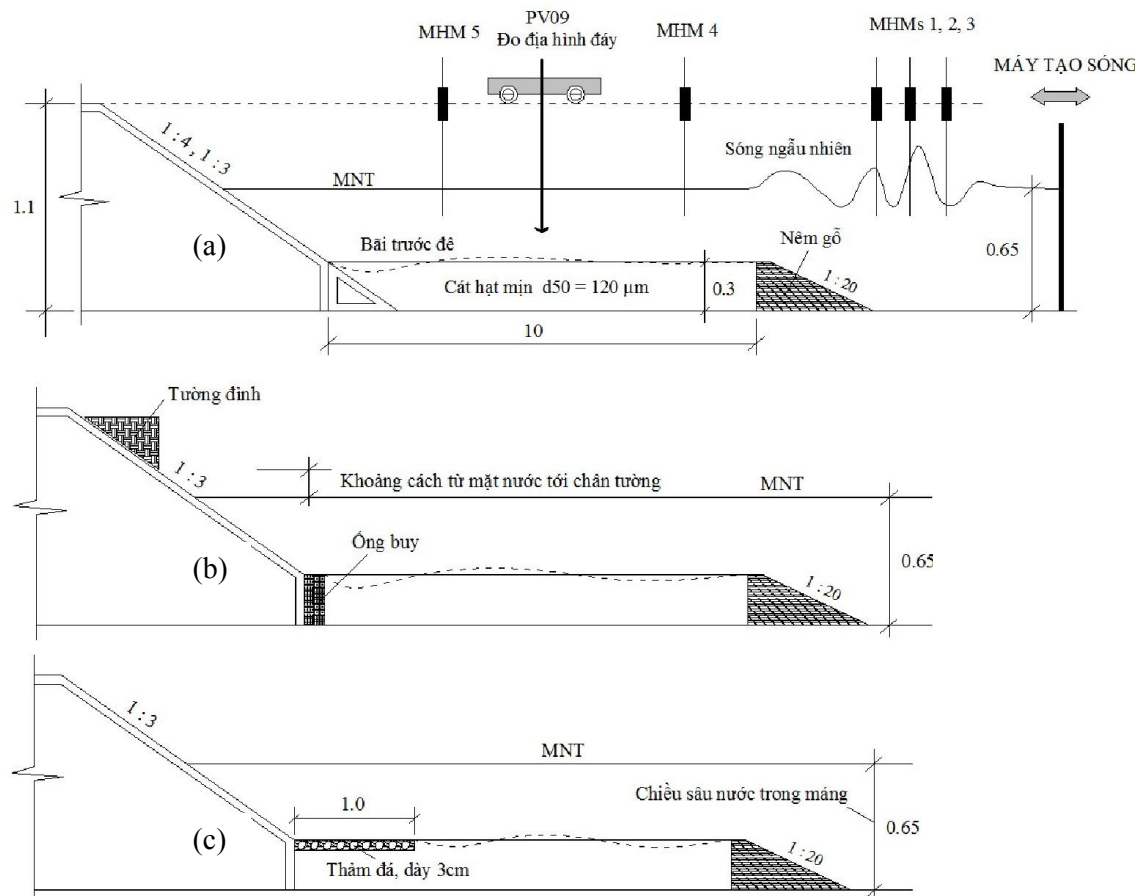
Trong nghiên cứu này chúng tôi tiến hành thí nghiệm với sóng ngẫu nhiên có dạng phổ chuẩn JONSWAP. Đây là dạng phổ được xem là phù hợp với điều kiện sóng gió ở khu vực biển Đông nước ta. Sóng tới (được tạo ra bởi máy tạo sóng) dùng trong thí nghiệm có

chiều cao $H_{m0} = 0.25\text{ m}$ và chu kỳ đỉnh phổ là $T_p = 2.2\text{ s}$, và 2.5 s . Lưu ý đây chỉ là các thông số thiết kế, được khai báo để điều khiển máy tạo sóng, các đặc trưng sóng được đo trong máng có thể nhận các giá trị khác. Chiều sâu nước trong máng $d = 0.65\text{ m}$, trong trường hợp bãi phẳng nằm ngang, dày 0.3 m thì chiều sâu nước trước chân mô hình đê là 0.35 m .

Tổng hợp lại chương trình thí nghiệm bao gồm 18 thử nghiệm, kết hợp của các điều kiện hình học đê, điều kiện bãi, điều kiện sóng, kiểu bảo vệ chân như trong Bảng 3. Tổng thời gian của mỗi thử nghiệm (thời gian chạy sóng) là $2\text{ giờ} \times 2 = 4\text{ giờ}$.

Bảng 3: Nội dung các kịch bản thí nghiệm xói chân.

Kiểu chân	T_p [s]	Mái	Tường đỉnh
A. Không có bảo vệ	2.5 & 2.2	1:3 & 1:4	Có / Không
B. Ống buy	2.5 & 2.2	1:3	Có/ Không
C. Thảm đá	2.5 & 2.2	1:3	Có/ Không



Hình 2: Các dạng mặt cắt mô hình đê điển hình trong máng sóng. (a) không có kết cấu bảo vệ chân đê. (b) ống buy hộ chân. (c) thảm đá bảo vệ bãi trước chân đê. Kích thước trong hình có đơn vị là mét.



Hình 3: Kết cấu bảo vệ chân. Trái: ống buy, khi chưa lắp cát. Phải: thấm đá.

3.4. Trình tự thí nghiệm

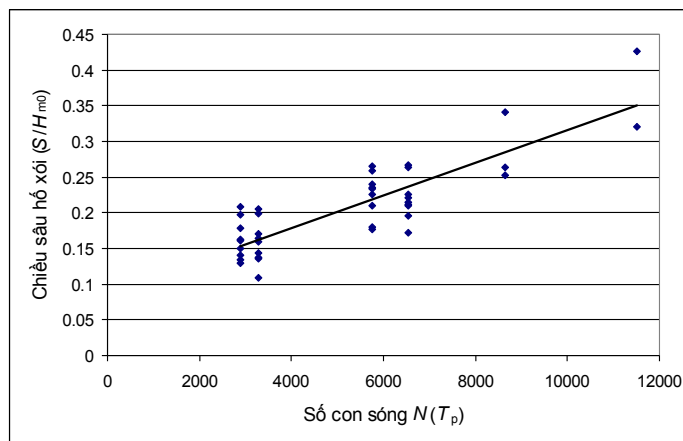
Mỗi thí nghiệm đều được tiến hành theo một trình tự chung, tổng thời gian để tiến hành một thí nghiệm khoảng 8.5 giờ bao gồm các bước cơ bản sau đây:

- Chuẩn bị thí nghiệm, bao gồm tạo dạng bãi trước đê, và bơm nước vào máng,
- Đo đặc mặt cắt bãi ban đầu, trước khi chịu tác dụng của sóng (bão),
- Chạy máy tạo sóng trong 2 giờ, đồng thời lưu lại tín hiệu các đầu đo sóng,
- Đo mặt cắt bãi lần thứ hai,
- Bỏ sung nước vào máng, chạy máy tạo sóng trong 2 giờ, ghi lại tín hiệu sóng,
- Đo mặt cắt bãi lần thứ ba, sau đó xả nước trong máng chuẩn bị cho thử nghiệm tiếp theo.

4 Một số kết quả thực nghiệm

4.1 Sự phát triển hố xói theo thời gian

Hình 4 tổng hợp kết quả của 18 thí nghiệm, thể hiện sự phát triển hố xói trước chân đê theo thời gian, trục hoành là số con sóng tác dụng $N(T_p)$, với T_p là chu kỳ đỉnh của phổ sóng nước sâu, trục tung là tỷ số giữa chiều sâu hố xói S và chiều cao sóng H_{m0} . Có hai thí nghiệm, sự phát triển hố xói được theo dõi trong 8 giờ, nhằm tìm ra thời gian cần thiết để hố xói đạt giá trị cân bằng. Sau 8 giờ, hố xói vẫn tiếp tục phát triển, quan hệ giữa chiều sâu hố xói và thời gian gần như tuyến tính, xem Hình 4. Sau khoảng 4 giờ hay 6000 con sóng (thời gian mô phỏng bão), hố xói đạt giá trị khoảng 1/5 chiều cao sóng trước chân công trình.

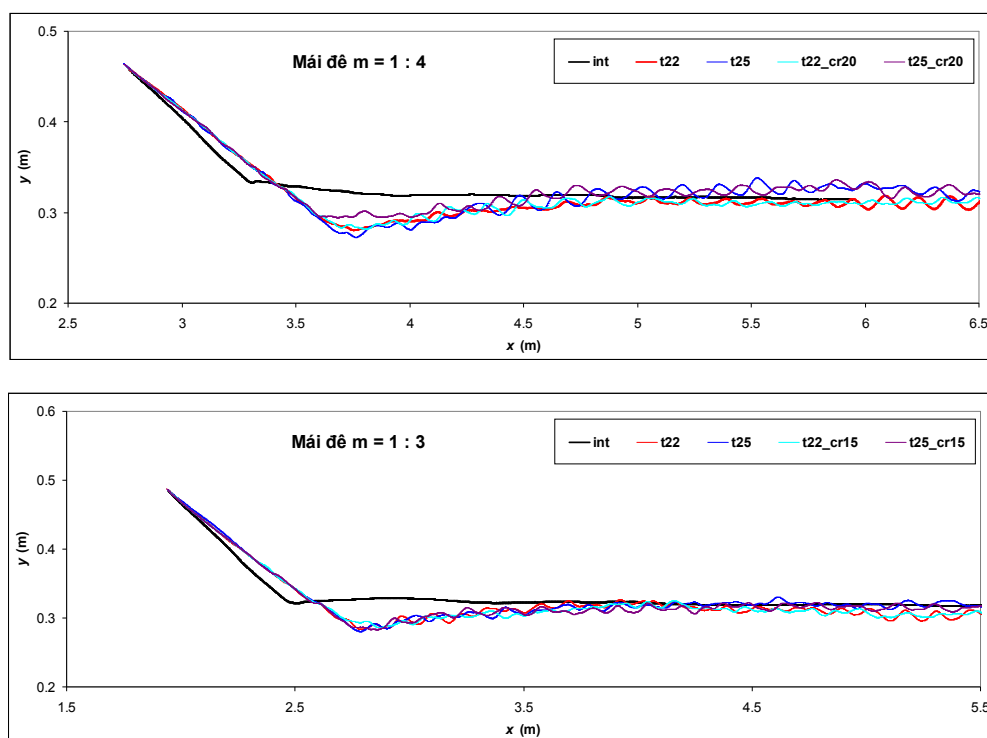


4.2 Xói chân đê không có bảo vệ

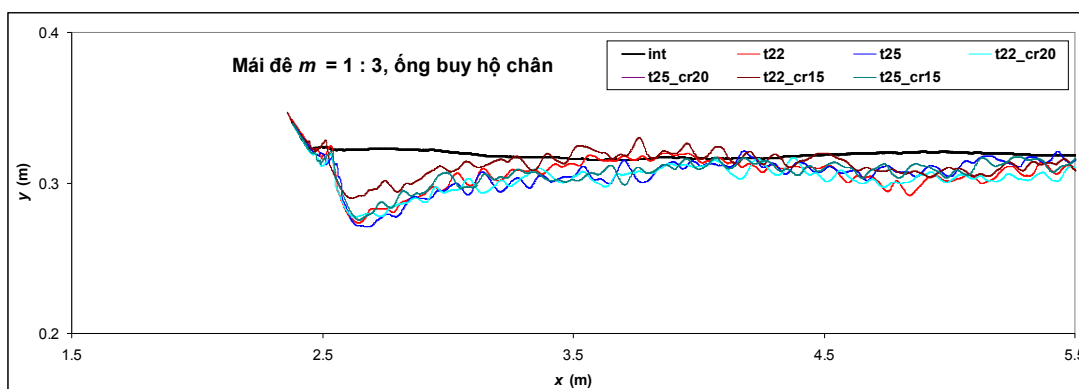
Để nghiên cứu sự phát triển hố xói với bãi cát tự nhiên, chúng tôi đã tiến hành 8 thí nghiệm (4 với mái 1 : 4 và 4 với mái 1 : 3) trong đó bãi trước chân đê không có kết cấu bảo vệ. Mặt cắt bãi sau 4 giờ chịu tác dụng của sóng được trình bày trong Hình 5 dưới đây. Với cùng chiều cao sóng $H_{m0} = 0.25$ m, ảnh hưởng của chu kỳ sóng khác nhau $T_p = 2.2$ & 2.5 s tới dạng mặt cắt bãi cuối cùng là không đáng kể. Chiều sâu hố xói tương đối trong hai trường hợp hệ số mái khác nhau gần như tương đương nhau, $S/H_{m0} = 0.24$ với mái 1 : 4 và $S/H_{m0} = 0.22$ trong trường hợp hệ số mái 1 : 3. Như vậy sự thay đổi độ dốc mái đê có ảnh hưởng đến hệ số phản xạ; nhưng ảnh hưởng của độ dốc mái đê đến chiều sâu hố xói là không rõ rệt.

4.3 Xói chân đê bảo vệ bằng ống buy

Kết cấu ống buy đã được sử dụng ở Việt Nam từ năm 1992 (Hà, 2003) để tăng cường sự ổn định của chân đê phía biển. Ống buy có đường kính khoảng 0.8m tới 1.0m, chiều dài từ 1.0m tới 2.0 m. Trong máng sóng, một hàng ống buy mặt cắt lục lăng đã được bố trí trước chân đê (xem Hình 3), chiều cao ống buy bằng chiều dày bãi cát chân đê. Hố xói phát triển ngay sát ống buy, có độ dốc lớn hơn trường hợp bãi không có ống buy. Trong trường hợp hố xói phát triển tới chân ống buy, có thể gây mất ổn định cho ống buy. Trong phạm vi đề tài, chúng tôi chỉ nghiên cứu hiện tượng xói chứ chưa xem xét sự ổn định của ống buy trong quá trình làm việc. Khác với trường hợp bãi không có kết cấu bảo vệ ở trên, ở đây ngoài hố xói phát triển ngay sát chân đê (chân ống buy), còn xuất hiện một khu vực xói phía ngoài, nhưng với mức độ nhỏ hơn, xem Hình 6. Chiều sâu hố xói ở khu vực này bằng khoảng một nửa chiều sâu hố xói sát chân đê. Hiện tượng này nếu tiếp tục phát triển có thể gây hạ thấp cao trình bãi trên phạm vi rộng.



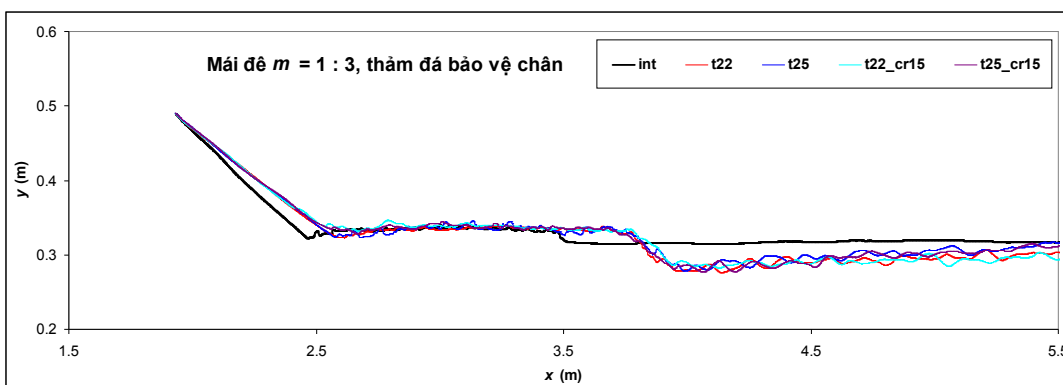
Hình 5: Mặt cắt bãi trước chân đê sau 4 giờ chịu tác dụng của sóng, trường hợp không có kết cấu bảo vệ chân. Hình trên: mái đê phía biển $m = 1 : 4$, hình dưới $m = 1 : 3$. Với int: dạng bãi ban đầu; t22: chu kỳ $T_p = 2.2$ s; cr20: có tường định, chân tường cách mặt nước 20 cm.



Hình 6: Mặt cắt bãi trước chân đê sau 4 giờ chịu tác dụng của sóng, trường hợp chân đê được gia cố bằng ống buy.

4.4 Xói chân đê bảo vệ bằng thảm đá

Thảm đá có chiều dày khoảng 3 cm, dài 1 m được bố trí ở chân đê như Hình 3. Các thí nghiệm được tiến hành với cùng điều kiện sóng cho mặt cắt đê có và không có tường đỉnh. Dạng mặt cắt bãi sau 4 giờ chịu tác dụng của sóng của các thí nghiệm được thể hiện trong Hình 7. Các trường hợp cho kết quả tương tự nhau, do có thảm đá nên hố xói hình thành ở phía ngoài phạm vi thảm đá, cách xa đê. Chiều sâu hố xói nhỏ, cao trình bãi bị hạ thấp không đáng kể trong phạm vi tương đối rộng, hố xói có độ dốc thoải hơn so với trường hợp không có bảo vệ và bảo vệ bằng ống buy. Cao trình đoạn đầu thảm đá, phía hố xói, bị hạ thấp do bãi bị xói, nhưng nhìn chung thảm đá vẫn giữ được hình dạng ban đầu.

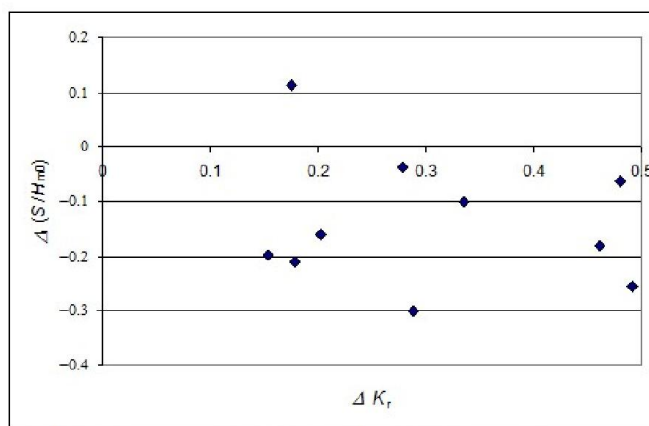


Hình 7: Mặt cắt bãi trước chân đê sau 4 giờ chịu tác dụng của sóng, trường hợp có thảm đá bảo vệ bãi.

4.5 Ảnh hưởng của tường đỉnh tới hố xói

Tường đỉnh được áp dụng khá phổ biến trên các tuyến đê biển phía Bắc Việt Nam như Hải Phòng, Nam Định nhằm tăng cao trình đỉnh đê, giảm khối lượng vật liệu đắp đê. Qua thực tế một số cơn bão gần đây đã ghi nhận tường đỉnh phát huy tác dụng tốt giảm đáng kể lượng sóng tràn, giảm nguy cơ phá hoại đỉnh và mái đê phía đồng. Theo Gerrit (2001), chiều sâu hố xói tỷ lệ với hệ số phản xạ. Theo nghiên cứu của chúng tôi (Tuấn và các cộng sự, 2008) khi đê có tường đỉnh hệ số phản xạ tăng lên đáng kể từ 30 tới 40% so với trường hợp đê không có tường đỉnh. Trong nghiên cứu này, hệ số phản xạ trong các trường hợp có

tường đỉnh đều được tính toán và so sánh với các trường hợp đề không có tường đỉnh. Mỗi tương quan giữa độ chênh lệch hệ số phản xạ ΔK_R và độ chênh lệch chiều sâu hố xói tương đối $\Delta(S/H_{m0})$ trong trường hợp có và không có tường đỉnh được thể hiện trong Hình 8. Trong phần lớn các trường hợp (9/10) chiều sâu hố xói có xu hướng giảm đi, trung bình 17%, khi có tường đỉnh so với khi không có tường đỉnh. Tuy nhiên số lượng thí nghiệm còn hạn chế, nên mối liên hệ giữa hệ số phản xạ và chiều sâu hố xói chưa được thể hiện rõ nét, thể hiện ở sự phân tán của số liệu đo đạc trên Hình 8. Do đó cần tiếp tục nghiên cứu về vấn đề này với các điều kiện biến đổi về chiều sâu nước trước chân đê, vị trí tương đối của tường đỉnh so với mực nước thiết kế, hệ số mái đê, chiều cao sóng, và chu kỳ sóng.



Hình 8: Quan hệ giữa chênh lệch số phản xạ ΔK_R và chiều sâu hố xói tương đối $\Delta(S/H_{m0})$

5. Kết luận

Từ những phân tích, kết quả nghiên cứu trình bày ở trên chúng tôi rút ra một số kết luận như sau:

- Với điều kiện cơ sở vật chất hiện có của Đại học Thủy lợi, chúng tôi hoàn toàn có khả năng tiến hành xây dựng mô hình vật lý phục vụ công tác nghiên cứu xói chân đê biển Việt Nam. Máy tạo sóng có khả năng tạo được sóng có dạng phổ tương đối phù hợp với điều kiện sóng ở biển Đông nước ta. Kích thước của máng sóng đủ lớn để xây dựng mô hình mặt cắt đê và bãi trước đê. Về vật liệu mô phỏng, có thể dùng cát tự nhiên hạt mịn để mô phỏng các trường hợp trong thực tế có cỡ hạt lớn hơn.

Chiều sâu hố xói gần như tương đương nhau trong các trường hợp chân đê không có và có kết cấu bảo vệ như ống buy hay thảm đá. Chiều sâu hố xói lớn nhất trước chân đê sau 4 giờ chịu tác dụng của sóng (thời gian mô phỏng một cơn bão) đạt giá trị khoảng 1/5 chiều cao sóng trước hố xói.

Khi chân đê và bãi không có kết cấu bảo vệ, hố xói chỉ phát triển ngay sát chân đê.

Khi chân đê được gia cố bằng ống buy, hố xói phát triển ngay ở chân ống buy, tuy nhiên hố xói có độ dốc lớn và xuất hiện một vùng xói khác ở xa chân đê gây hạ thấp cao độ bãi trong phạm vi rộng.

Thảm đá có tác dụng đẩy hố xói ra xa chân đê một khoảng bằng đúng chiều dài thảm đá, và trong trường hợp này chiều sâu hố xói cũng bị hạn chế tuy không đáng kể so với khi chân đê không được bảo vệ và khi được bảo vệ bằng ống buy.

Tường đỉnh làm tăng hệ số phản xạ trước chân đê, tuy nhiên ảnh hưởng của tường đỉnh tới quá trình xói chưa thực sự rõ ràng, cần có những nghiên cứu chi tiết hơn.

6. Các kiến nghị

Chúng tôi xin đề xuất các kiến nghị sau nhằm góp phần vào xây dựng tiêu chuẩn thiết kế đê biển Việt Nam, nâng cao chất lượng công tác thiết kế đê biển:

Tăng cường đầu tư nghiên cứu xói chân đê biển bằng mô hình vật lý trong máng sóng, có thể sử dụng cả những mô hình nguyên hình, tỷ lệ 1:1.

Tiếp tục nghiên cứu xói chân đê cho những dạng mặt cắt khác đặc trưng cho các vùng khác nhau ở Việt Nam với những điều kiện thủy động lực học tương ứng.

Cần tiến hành thêm nhiều thí nghiệm để nghiên cứu sự ảnh hưởng của tường đỉnh tới quá trình xói chân đê. Bên cạnh đó sự ổn định cũng như hiệu quả làm việc của ống buy cũng cần được quan tâm nghiên cứu.

Trong phạm vi báo cáo này, xói chân đê với bãi có độ dốc chưa được xem xét, do đó cần nghiên cứu sự ảnh hưởng của độ dốc bãi tới quá trình xói.

Cần tiến hành đo đạc mặt cắt bãi trước và sau bão, sử dụng kết quả hiện trường này để phân tích, so sánh với kết quả thí nghiệm mô hình vật lý, từ đó xây dựng công thức tính toán chiều sâu hố xói lớn nhất do bão gây nên.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin được cảm ơn Khoa Kỹ thuật Biển, Văn phòng Chương trình Khoa học Công nghệ xây dựng Đê Biển, Phòng thí nghiệm Thủy lực tổng hợp, trường Đại học Thủy lợi đã tạo điều kiện giúp đỡ về tài chính, cơ sở vật chất trong quá trình tiến hành nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- Dean, R. G.**, 1985. "Physical Modeling of Littoral Processes," in *Physical Modelling in Coastal Engineering*, R. A. Dalrymple, Ed., A. A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, pp 119-139.
- Ha, Ng. H.**, 2003. A physical model study on toe protection for sea dikes and revetments in Vietnam. Master of Science Thesis, Unesco IHE, Delft, the Netherlands.
- Hallermeier, R. J.**, 1981. "Terminal Settling Velocity of Commonly Occurring Sand Grains," *Sedimentology*, Vol 28, No. 6, pp 859-856.
- Hughes, A. S.** (ed.), 1993. Physical models and laboratory techniques in coastal engineering. *World Scientific*, Singapore, 568 pp.
- Gerrit, J. S.**, 2001. Introduction to Bed, bank and shore protection. Delft University Press, Delft, the Netherlands, pp 179.
- Shore Protection Manual**, 1984. Coastal Engineering Research Centre, US Army.
- Tuấn, T. Q.**, và các cộng sự, 2008. Chuyên đề "Nghiên cứu trên mô hình vật lý máng sóng sóng tràn qua đê biển Việt Nam", Đề tài "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", Giai đoạn I: 2007 – 2008.
- Van Rijn, L. C.**, 1993. Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas. *Aqua Publications*, Amsterdam, the Netherlands.