

KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ GIẢM SÓNG CỦA CẤU KIỆN LĂNG TRỤ MẶT BÊN KHOẾT LỖ RỒNG TRÒN

Lê Thanh Chương, Trần Bá Hoàng
Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam

Tóm tắt: Tình trạng sạt lở bờ biển, suy thoái rừng ngập mặn vùng ĐBSCL đang diễn ra rất phức tạp và ngày một gia tăng. Một trong những nguyên nhân chính là do sóng biển, nước biển dâng ... gây ra. Để ngăn chặn sạt lở, khôi phục lại rừng ngập mặn dải ven biển ĐBSCL, đã có nhiều loại dạng công trình bảo vệ trực tiếp, công trình giảm sóng gây bồi xa bờ. Mặc dù nhiều công trình đã mang lại hiệu quả tốt, song khả năng nhân rộng còn rất hạn chế, do thiếu cơ sở khoa học. Với mục đích đánh giá hiệu quả giảm sóng của cấu kiện lăng trụ mặt bên khoét lỗ rồng tròn, làm cơ sở cho việc tính toán thiết kế đê ngầm giảm sóng bằng cấu kiện này, tập thể tác giả đã tiến hành thí nghiệm mô hình vật lý trên bể sóng của Viện Khoa Học Thủy Lợi Miền Nam. Kết quả bước đầu thu được từ thí nghiệm là nội dung chính được trình bày trong bài báo.
Từ khóa: Cấu kiện lăng trụ khoét lỗ tròn, hiệu quả giảm sóng, mô hình vật lý.

Summary: Coastal erosion and mangrove forest degradation have been occurring seriously in the Mekong Delta. The main causes are wave attacked and sea level rise. In order to prevent erosion bank and mangrove rehabilitation in the coast of the Mekong Delta, there were many protection measures were built such as revetments, breakwaters in the coast. These measures have brought effectively temporary in coastal protection. However, the application of which is very limited in large scale, due to lack of scientific basis. The purpose of this study is to evaluate the effect of wave transmission through the porous breakwater, and results of which are used for designing this structure, the physical model experiments were conducted in the wave basin of the Southern Institute of Water Resources Research. Initial results of the experiment are presented in this paper.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Để xác định hiệu quả giảm sóng của đê phá sóng thì nhiều nghiên cứu đã được thực hiện với các kết cấu khác nhau. M.d.Salauddin – 2015 đã tiến hành nghiên cứu trên mô hình vật lý hai chiều về cấu kiện Crablock cho thiết kế đê phá sóng. AFDN – 2017 đã tiến hành thí nghiệm mô hình vật lý 2 chiều đánh giá hiệu quả giảm sóng của cấu kiện kết cấu rồng. R. Gutierrez và J. Lozano – 2013 thực hiện thí nghiệm mô hình vật lý 2D thiết kế cho đê phá sóng Coruña Outer Port (Tây Ban Nha). Dự án

thiết kế đê phá sóng cảng Nghi Sơn – Thanh Hóa (2013) đã tiến hành thí nghiệm mô hình vật lý 2D và 3D để đánh giá hiệu quả giảm sóng và tính toán hư hỏng của công trình với cấu kiện Rakuna-IV. Các thí nghiệm đánh giá hiệu quả giảm sóng của các kết cấu đê phá sóng xa bờ đa phần được thí nghiệm trong máng sóng 2 chiều, đặc biệt ở Việt Nam thì các thí nghiệm đánh giá hiệu quả giảm sóng của đê phá sóng còn rất hạn chế.

Trong bài báo này, kết cấu được sử dụng cho đê chắn sóng là kết cấu rồng, được làm bằng bê tông đúc sẵn và lắp ghép thành tuyến đê phá sóng. Việc đánh giá hiệu quả giảm sóng của cấu kiện kết cấu rồng làm đê phá sóng đã được thực hiện bằng mô hình vật lý 3D trong

Ngày nhận bài: 6/11/2017

Ngày thông qua phản biện: 18/12/2017

Ngày duyệt đăng: 22/12/2017

phòng thí nghiệm của Viện Khoa Học Thủy Lợi Miền Nam.

Kết quả nghiên cứu làm cơ sở cho việc đánh giá hiệu quả giảm sóng của tuyến đê phá sóng được lắp ghép bằng cấu kiện rỗng.

1. THÍ NGHIỆM

1.1. Cơ sở thí nghiệm

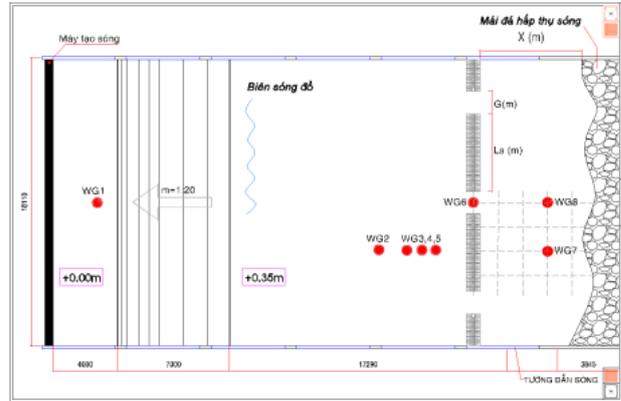
Các thí nghiệm mô hình được thực hiện trong bể sóng 3D của Viện Khoa Học Thủy Lợi Miền Nam. Bể sóng dài 35m, rộng 18m và sâu 1.2m. Máy tạo sóng gồm 3 cánh sóng lớn với chiều dài mỗi cánh sóng là 6m và được điều khiển bằng phần mềm của tạo sóng của HR Wallingford. Máy tạo sóng có thể tạo ra cả sóng ngẫu nhiên và sóng đều với chu kỳ và chiều cao được thiết lập sẵn. Trong thí nghiệm này, tất cả sóng được tạo ra đều là sóng ngẫu nhiên với số con sóng được tính toán tạo ra là 500 con sóng. Ở phía cuối của bể sóng là mái hấp thụ sóng được thiết kế bằng đá với đường kính 3cm-7cm để giảm sóng phản xạ. Độ dốc mái hấp thụ sóng là 1:5.



Hình 1. Phòng thí nghiệm mô hình thủy lực của Viện Khoa Học Thủy Lợi Miền Nam

Tham số sóng trong quá trình thí nghiệm được đo bởi 8 đầu đo sóng (WG) được bố trí như trong hình 2 với khoảng cách giữa WG2, WG3, WG4, WG5 lần lượt là 0.7m, 0.3m, 0.3m. WG1 được sử dụng để đo sóng nước sâu, WG2, WG3, WG4, WG5 được sử dụng để đo sóng tới và tách sóng phản xạ, WG6 được dùng để đo sóng giữa hai đê phá sóng. WG7, WG8 đo sóng phía sau đê cách tim đê một đoạn 3.1m về phía bờ, trong quá trình thí

nghiệm quan sát thấy ở vị trí này sóng phía sau đê gần như ổn định không bị ảnh hưởng bởi sóng leo qua đê hay tác động từ dòng chảy quanh đầu đê.

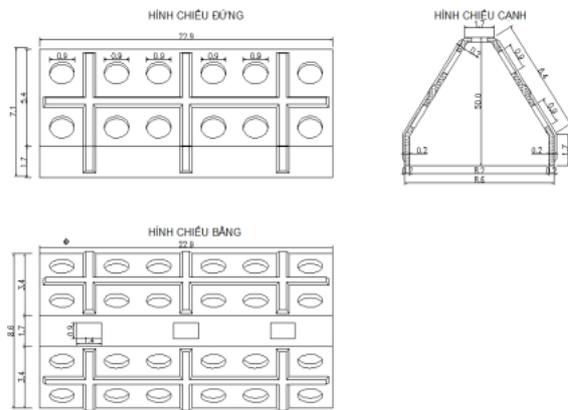


Hình 2. Mặt bằng bố trí đầu đo sóng

1.2. Đê phá sóng

Xét về kích thước của bể sóng và tham số sóng có thể tạo ra bởi máy tạo sóng, mô hình được làm chính thái và tuân theo luật Froude để đảm bảo các điều kiện tương tự về thủy động lực với hệ số tỷ lệ hình học 1:35.

Đê phá sóng xa bờ trong thí nghiệm được thiết kế bằng gỗ, để dễ chế tạo và phù hợp với các thông số thí nghiệm trong bể sóng. Đê phá sóng được xây dựng trên độ dốc bãi 1/500 với các kích thước mô hình: chiều cao 7.1 cm, bề rộng đỉnh 1.7cm, bề rộng chân 8.6cm, chiều dài 22.9cm.



Hình 3. Kích thước cấu kiện đê giảm sóng

Cao trình đỉnh đê được đo chính xác bằng máy thủy bình chuyên dụng trong phòng thí nghiệm cho độ chính xác cao đến mm.

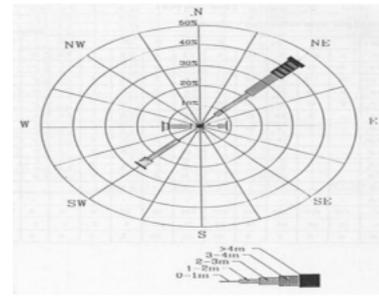


Hình 4. Cấu kiện lắp đặt trong bể

1.3. Kịch bản thí nghiệm

Số liệu sóng được lựa chọn từ chuỗi số liệu sóng khí hậu nhiều năm tại trạm Bạch Hổ, dựa vào số liệu hoa sóng đo đạc từ năm 1986-1999 nhận thấy: chủ yếu sóng hướng Đông Bắc có tác động mạnh mẽ tới quá trình thủy động lực học của bờ biển ĐBSCL với chiều cao sóng dao động từ 2m đến 4m, chu kỳ từ 6s đến 9s. Vì thế chiều cao sóng từ 2-4 m sẽ là giá trị chiều cao sóng phục vụ cho số liệu sóng đầu vào trong thí nghiệm mô hình vật lý.

Sóng ngẫu nhiên có phổ JONSWAP dạng chuẩn (tạo ra bởi máy tạo sóng) dùng cho thí nghiệm. Cụ thể được thể hiện trong bảng 1. Thời gian của một thí nghiệm là 500 con sóng để đảm bảo dải tần số (chu kỳ) cơ bản của phổ sóng yêu cầu được tạo ra một cách hoàn chỉnh.



Hình 5. Hoa sóng tại trạm Bạch Hổ từ năm 1986-1999

Bảng 1. Thông số sóng thực tế và mô hình

| H _{s,0} (m) | | T _P (s) | |
|----------------------|---------|--------------------|---------|
| Thực tế | Mô hình | Thực tế | Mô hình |
| 2.1 | 0.06 | 6.86 | 1.16 |
| 3.15 | 0.09 | 7.69 | 1.3 |
| 3.85 | 0.11 | 8.34 | 1.41 |

Hệ thống đê phá sóng được đặt song song với đường đỉnh sóng và cách đường bờ giả định một khoảng 3.14m.

Bảng 2. Phương án bố trí mô hình đê phá sóng tỉ lệ 1/35

| Phương án | L _s (m) | | G _B (m) | | X _B (m) | |
|-----------|--------------------|---------|--------------------|---------|--------------------|---------|
| | Thực tế | Mô hình | Thực tế | Mô hình | Thực tế | Mô hình |
| MH0 | Không công trình | | | | | |
| MH2 | 210 | 6.00 | 50 | 1.43 | 110 | 3.14 |
| MH3 | 250 | 7.14 | 50 | 1.43 | 110 | 3.14 |
| MH4 | 210 | 6.00 | 70 | 2.00 | 110 | 3.14 |
| MH6 | 170 | 4.86 | 50 | 1.43 | 110 | 3.14 |
| MH7 | 210 | 6.00 | 30 | 0.86 | 110 | 3.14 |

Bảng 3. Ma trận các kịch bản thí nghiệm

| Phương án bố trí DPS | Cao trình đê | Mức nước | Tham số sóng nước sâu |
|---------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MH2 MH3 MH4 MH6 MH7 | x Cao trình đê Z1=+1.5 m Cao trình đê Z2=+2 m | x Mức nước thấp D=42cm Mức nước cao D=44cm | x H _{s,0} =6cm; T _p =1.16s H _{s,0} =9cm; T _p =1.30s H _{s,0} =11cm; T _p =1.41s |
| MH0 | x Không công trình | x Mức nước thấp D=42cm Mức nước cao D=44cm | x H _{s,0} =6cm; T _p =1.16s H _{s,0} =9cm; T _p =1.30s H _{s,0} =11cm; T _p =1.41s |

Tổng hợp chương trình thí nghiệm bao gồm 66 kịch bản (kết hợp từ 5 kịch bản đê x 2 cao trình đỉnh đê x 2 giá trị mực nước x 3 giá trị tham số sóng nước sâu và cộng thêm 6 kịch bản không công trình).

2. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH

Các tham số sóng (chiều cao, các chu kỳ đặc trưng) tại các vị trí nước sâu, trước đê và sau đê được tính toán từ các phổ sóng đo đạc sử dụng chương trình HR Wallingford. Chương trình tính toán phân tách sóng phản xạ của phần mềm dựa trên phương pháp Mansard và Funke (phân tách sóng phản xạ) để xác định sóng tới ($H_{m0,i}$) và sóng phản xạ ($H_{m0,r}$) trước công trình sử dụng 4 đầu đo sóng (WG2, 3, 4, 5).

Các tham số được đo trực tiếp từ thí nghiệm là:

❖ **Chiều cao sóng momen H_{m0}**

Chiều cao sóng H_{m0} có giá trị xấp xỉ chiều cao sóng ý nghĩa H_s và được xác định từ mô men bậc 0 của phổ mật độ năng lượng sóng như sau [6]:

$$H_{m0} \approx H_{m02} = 4.004 \sqrt{m_0} = 4.004 \sqrt{\int_0^\infty S(f) df}$$

- $S(f)$ là giá trị mật độ năng lượng của phổ sóng tương ứng với tần số f ;

- m_0 là giá trị mô-men bậc 0 của phổ sóng;

❖ **Hiệu quả giảm sóng của đê phá sóng**

Mức độ giảm chiều cao sóng hay nói cách khác là hiệu quả giảm sóng của đê phá sóng xa bờ được đánh giá thông qua tỷ số giữa chiều cao sóng phía sau đê so với chiều cao sóng đến trước đê. Hiệu quả giảm sóng của đê:

$$K_t = 1 - K_r$$

$$K_t = \frac{H_{m0,t}}{H_{m0,i}}$$

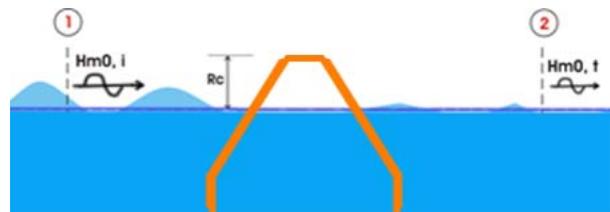
Trong đó:

- K_t là hệ số truyền sóng qua đê (-);

- $H_{m0,t}$ là chiều cao sóng phía sau đê được xác định ở vị trí cách đê một khoảng 3.14m (mô hình);

- $H_{m0,i}$ là chiều cao sóng phía trước đê được xác định ở vị trí cách đê một khoảng 1.5m (mô hình);

Chiều cao lưu không đỉnh đê (R_c) là khoảng cách từ đỉnh đê đến bề mặt mực nước. Trường hợp đê ngầm thì $R_c < 0$; đê nổi thì $R_c > 0$.



Hình 6. Mô phỏng mặt cắt ngang đê chắn sóng

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

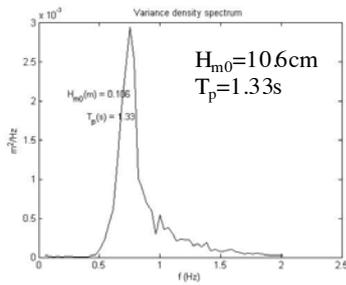
3.1. Sự biến đổi sóng từ nước sâu vào nước nông

Khi sóng truyền từ vùng nước sâu vào vùng nước nông thì sẽ trải qua các quá trình vật lý làm tiêu hao năng lượng sóng như khúc xạ, ma sát đáy, sóng vỡ. Ngoài ra còn có tán xạ làm phổ sóng biến đổi (chuyển dịch năng lượng sóng giữa các dải tần số), đặc biệt khi gặp vật cản (đê ngầm).

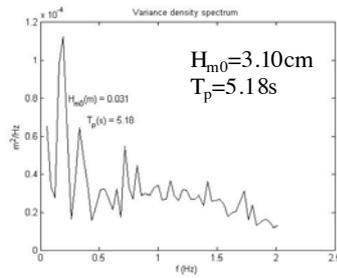


Hình 7. Sự biến đổi sóng trước và sau công trình

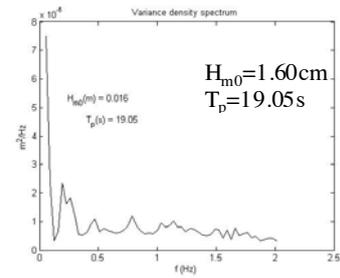
Kim số 1 (nước sâu)



Kim số 5 (trước công trình)



Kim số 7 (sau công trình)



Hình 8. Sự biến đổi hình dạng phổ sóng

Trong quá trình tiêu hao năng lượng sóng thì sóng vỡ là quá trình tiêu tán năng lượng sóng lớn nhất. Hiện tượng sóng vỡ xảy ra khi sóng biến hình trong nước nông làm gia tăng chiều cao sóng và do đó độ dốc sóng vượt quá ngưỡng giới hạn ổn định hình dạng dẫn đến sóng vỡ.

Sự thay đổi các tham số đặc trưng của sóng (chiều dài sóng và chiều cao sóng) trong quá trình sóng truyền từ vùng nước sâu vào vùng nước nông, sau khi sóng vỡ được thể hiện qua biểu đồ hình 9a, 9b. Với đường biểu đồ màu đen nét liền biểu thị cho mực nước cao trong thí nghiệm 7 cm (thực tế 2.45m) và đường màu xanh nét đứt biểu thị cho mực nước thấp trong thí nghiệm là 5 cm (thực tế 1.75m).

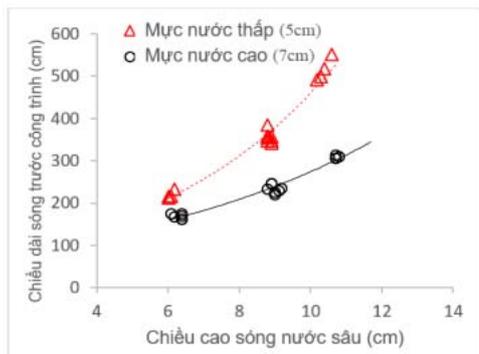
Trong trường hợp mực nước là 5cm được xác định tại vị trí trước công trình 1.5m trong mô hình thí nghiệm, khi chiều cao sóng nước sâu là 6cm thì chiều cao sóng trước công trình đạt ngưỡng 0.6d (3cm), nên trong các trường hợp

chiều cao sóng nước sâu lớn hơn 6cm thì chiều cao sóng trước công trình luôn khoảng 0.6 lần độ sâu nước. Điều tương tự nhận thấy khi mực nước trước công trình là 7cm thì chiều cao sóng trước công trình luôn giữ ở mức 0.6 lần độ sâu nước (4.2cm) hình 9b.

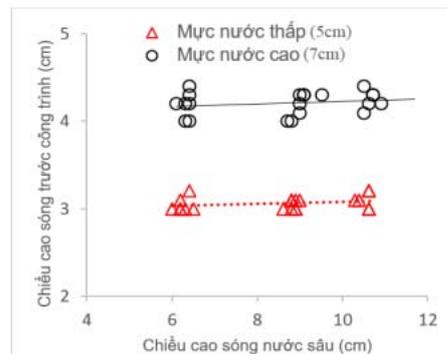
Vận tốc đỉnh sóng: $c=L/T$ (L là chiều dài sóng; T là chu kỳ sóng);

Khi chiều cao sóng nước sâu tăng thì chiều dài sóng trước công trình cũng tăng (hình 9a), làm cho vận tốc đỉnh sóng tăng lên. Trong cùng một điều kiện sóng nước sâu, khi mực nước thấp hơn thì chiều dài sóng trước công trình lớn hơn và chiều cao sóng trước công trình lớn hơn khi mực nước nhỏ hơn.

Như vậy sóng khi truyền từ nước sâu vào nước nông qua vùng sóng vỡ, nếu bị giới hạn về độ sâu nước thì năng lượng của một con sóng lớn hay nhỏ sẽ được thể hiện qua vận tốc đỉnh sóng.



(a)



(b)

Hình 9 Sự thay đổi các tham số sóng

- (a) Tương quan chiều cao sóng nước sâu và chiều dài sóng trước công trình
- (b) Tương quan chiều cao sóng nước sâu và chiều cao sóng trước công trình

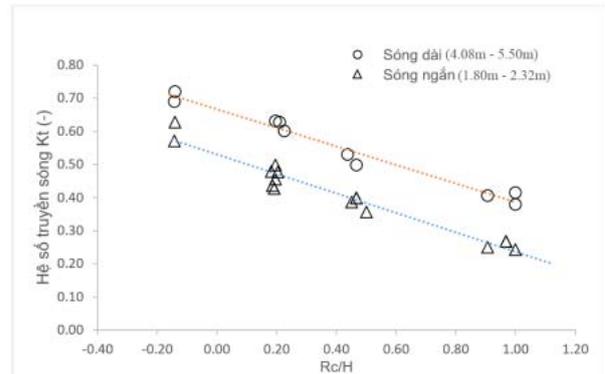
3.2. Hiệu quả giảm sóng

Hiệu quả giảm sóng của đê phá sóng được thể hiện qua hệ số truyền sóng K_t (hình 10), cho thấy sóng ngắn và sóng dài trước công trình cho các hiệu quả giảm sóng khác nhau. Trục hoành là tỷ số giữa chiều cao lưu không đỉnh đê R_c và chiều cao sóng trước công trình H (được xác định tại vị trí cách công trình 50m). Trục tung là hệ số truyền sóng K_t (được xác định tại vị trí cách đê phía sau một khoảng 110m). Khi tăng chiều cao lưu không R_c thì hệ số truyền sóng giảm (chiều cao sóng sau đê giảm) hệ số truyền sóng tỷ lệ nghịch với tỷ số R_c/H . Sóng ngắn trước công trình trong mô hình thí nghiệm có chiều dài sóng từ 1.80m đến 2.32m, sóng dài có giá trị từ 4.08m đến 5.50m.

Như đã phân tích trong phần 4.1, điều kiện độ sâu nước trước công trình trong thí nghiệm bị giới hạn nên năng lượng sóng đến trước công trình lớn hay nhỏ được thể hiện qua vận tốc đỉnh sóng (chiều dài sóng). Kết quả hình 10 cho thấy, khi chiều dài sóng càng lớn (vận tốc đỉnh sóng càng lớn) thì hệ số truyền sóng càng lớn tức là sóng phía sau công trình càng lớn. Khi các con sóng có cùng chiều cao sóng va chạm với công trình đê phá sóng kết cấu rỗng thì con sóng nào có chiều dài sóng lớn hơn (tần số thấp hơn) thì mức độ tiêu hao năng lượng bởi đê phá sóng sẽ ít hơn các con sóng có chiều dài ngắn hơn (tần số cao hơn).

Công trình đê chắn sóng kết cấu rỗng giảm được hầu hết các sóng ngắn kể cả trong trường hợp đê ngập một khoảng 0.14 lần chiều cao sóng thì hiệu quả giảm sóng vẫn đạt khoảng 40%. Công trình cho hầu hết con sóng dài truyền qua trong trường hợp đê ngập, hiệu

quả giảm sóng nhỏ hơn 30%.



Hình 10. Ảnh hưởng của sóng ngắn và sóng dài đến hệ số truyền sóng

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong bài báo này, chúng tôi tiến hành chương trình thí nghiệm mô hình vật lý 3D bao gồm 66 kịch bản thí nghiệm về hiệu quả giảm sóng của một số phương án bố trí đê phá sóng. Hiệu quả giảm sóng được thể hiện qua hệ số truyền sóng K_t tại các vị trí đo khác nhau. Theo kết quả đo thực nghiệm, một số kết luận về hiệu quả giảm sóng của cấu kiện lăng trụ mặt bên khoét lỗ tròn làm đê phá sóng được rút ra như sau:

- Năng lượng sóng được thể hiện qua vận tốc đỉnh sóng khi sóng truyền vào vùng nước bị giới hạn về độ sâu nước.
- Đê phá sóng cấu kiện lăng trụ mặt bên khoét lỗ tròn giảm được hầu hết các con sóng ngắn kể cả trong trường hợp đê bị ngập một khoảng 0.14 lần chiều cao sóng. Với các con sóng dài thì khả năng giảm sóng của đê kết cấu rỗng bị giảm đi đáng kể.

Tuy nhiên do thời gian thí nghiệm còn ngắn và hạn chế về thiết bị đo dòng vận tốc nên một số kịch bản thí nghiệm về đo dòng vận tốc sẽ dự kiến được thực hiện trong thời gian tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tạp chí khoa học kỹ thuật Thủy Lợi và Môi trường số 4100011 “Nghiên cứu ảnh hưởng của đê ngầm và bão đê đến hiệu quả giảm sóng trên mô hình vật lý 2D - Nguyễn Việt Tiến; Thiều Quang Tuấn; Lê Kim Truyền”
- [2] **Design of low-crested (submerged) structures – an overview** –Krystian W. Pilarczyk, Rijkswaterstaat, Road and Hydraulic Engineering Division, P.O. Box 5044, 2600 GA Delft, the Netherlands; k.w.pilarczyk@dww.rws.minvenw.nl
- [3] Environmental Design of Low Crested Coastal Defence Structures “D31 Wave basin experiment final form-3D stability tests at AUU- by Morten kramer and Hans Burcharth”.
- [4] 3D experimental study on a cylindrical floating breakwater system “Chun-YanJi^aYu-ChanGUO^aJieCui^aZhi-MingYuan^{ab}Xiao-JianMa^a”.
- [5] Report 2D laboratory study and protection measures for LWD wave transmission at porous breakwaters on mangrove foreshore and large-scale near-shore sandbank nourishment “AFD, SIWRR, European Union”.
- [6] Hughes, A.S. (ed.), 1993. Physical models and laboratory techniques in coastal engineering.
- [7] World Scientific, Singapore, 568 pp.