

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC DẠNG KẾT CẤU ĐÊ GIẢM SÓNG ĐẾN TƯƠNG TÁC SÓNG, CÔNG TRÌNH ỨNG DỤNG Ở BỜ BIỂN ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Nguyệt Minh, Lê Duy Tú, Trương Ngọc Đạt, Lê Xuân Tú, Trần Thùy Linh

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Bùi Huy Bình

Ban Quản lý Trung ương các Dự án Thủy lợi

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về tương tác sóng và công trình đối với các loại đê giảm sóng khác nhau đã được ứng dụng ở bờ biển ĐBSCL bằng mô hình vật lý trên máng sóng. Kết quả đã làm rõ ảnh hưởng của các dạng kết cấu đến quá trình truyền sóng, sóng phản xạ và tiêu tán sóng đồng thời phân tích sự khác biệt về đặc tính sóng sau công trình khi truyền qua đê giảm sóng kết cấu xốp rỗng và dạng đê thân rỗng và đục lỗ hai mặt.

Từ khóa: Đê giảm sóng kết cấu rỗng, đê giảm sóng thân rỗng đục lỗ hai mặt, hệ số truyền sóng, hệ số sóng phản xạ, hệ số tiêu tán sóng, thí nghiệm vật lý, máng sóng.

Summary: This paper presents the wave interaction for different types of breakwaters applied in the coastal Mekong Delta by physical experiments on wave flume. The results show the effects of structural shape on wave transmission, wave reflection and wave dissipation and present the differences of wave characteristics after passing through the porous breakwater and perforated both sides hollow breakwaters.

Keywords: Porous breakwater, hallow breakwater, wave transmission, wave reflection, wave disipitation, physical model, wave tank.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dải ven biển Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là một trong những khu vực chịu tác động nghiêm trọng của biến đổi khí hậu, xói lở bờ biển, xâm nhập mặn. Để bảo vệ bờ biển, chống xói lở, khôi phục rừng ngập mặn ven biển, nhiều giải pháp bảo vệ bờ biển đã được thực hiện: Giải pháp cứng như kè bảo vệ bờ trực tiếp, đê giảm sóng xa bờ bằng Geotube, Kè cọc ly tâm đồ đá học (CLT) ở Cà Mau, Đê trụ rỗng (ĐTR), Kè Busadco, Đê kết cấu rỗng TC1, TC2... và một số giải pháp khác bằng vật liệu có sẵn ở địa phương như hàng rào tre của GIZ, cừ tràm, cừ dừa đã được triển khai. Mỗi giải pháp đều có những ưu nhược điểm nhất định và phù hợp cho từng khu vực khi áp dụng. Trong đó, với những khu vực xói lở mạnh, sóng lớn,

giải pháp công trình đê giảm sóng xa bờ đang triển khai bước đầu mang lại hiệu quả như: Kè ly tâm đồ đá học được xây dựng chủ yếu ở Cà Mau và một số khu vực khác ở ven biển ĐBSCL với chiều dài lên đến trên 50km, Đê trụ rỗng Viện Thủy Công xây dựng ở Cà Mau và Bạc Liêu với chiều dài gần 1km, Đê kết cấu rỗng TC1, TC2 của Viện khoa học Thủy lợi miền Nam xây dựng ở Tiền Giang với chiều dài hơn 3km.

Hiểu rõ cơ chế vật lý tác động của từng loại công trình đến truyền sóng, sóng phản xạ và tiêu tán sóng có ý nghĩa quan trọng trong việc quyết định lựa chọn dạng công trình phù hợp với từng khu vực khác nhau. Đặc trưng trường sóng của khu vực đồng bằng sông Cửu Long được tái lập trong máng sóng của phòng thí nghiệm thủy

Ngày nhận bài: 06/4/2022

Ngày thông qua phản biện: 04/5/2022

Ngày duyệt đăng: 02/6/2022

động lực sóng biển – Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, các dạng kết cấu khác nhau được đưa về cùng điều kiện thí nghiệm, thông qua đó cơ chế truyền sóng qua môi trường rỗng ứng với các dạng kết cấu thân rỗng đục lỗ hai mặt (TC1, ĐTR) và đê xấp rỗng cọc ly tâm kết hợp đồ đá học ở thân đê (CLT) được làm rõ.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Sử dụng mô hình vật lý trong máng sóng nhằm mô phỏng và phân tích tương tác sóng với công trình thông qua các hệ số truyền sóng, sóng phản xạ và tiêu tán năng lượng sóng.

2.1. Thiết kế mô hình thí nghiệm

2.1.1. Tỷ lệ mô hình và tương tự mô hình

Thí nghiệm được thực hiện trong máng sóng

của phòng thí nghiệm thủy động lực sóng biển - Viện Khoa học Thủy lợi Miền nam. Các cơ sở thiết bị máy móc được cung cấp bởi HR Wallingford. Chiều dài máng sóng là 35m, chiều rộng 1.2m và cao 1.5m. Hệ thống máy tạo sóng được trang bị khả năng hấp thụ sóng phản xạ (Active Reflection Compensation), có thể tạo ra sóng ngẫu nhiên hoặc sóng đều với chiều cao lên đến 0.40m và chu kỳ đỉnh 3.0s, sóng được đo với tần số 100Hz (độ chính xác $\pm 0.1\text{mm}$).

Tỷ lệ mô hình phải được chọn sao cho đảm bảo điều tương tự về kích thước và thủy động lực học. Tỷ lệ này được lựa chọn dựa trên năng lượng máng sóng và điều kiện biên (sóng, độ sâu nước, kích thước công trình).

Bảng 1: Thông số lựa chọn tỉ lệ mô hình

Yếu tố	Điều kiện biên đầu vào (1)	Năng lực máng sóng (2)	(1)/(2)	Tỷ lệ dài λ_l
Độ sâu nước max tại CT (m)	4.0	≤ 0.6	4.0/0.6	≥ 6.3
Độ sâu nước min (m)	1.4	≥ 0.2	1.4/0.2	≤ 7
Chiều cao sóng max (m)	1.5	≤ 0.35	1.5/0.35	≥ 4.3
Chu kỳ sóng max (s)	8	≤ 3.0	8/3	≥ 2.7
Chiều cao công trình (m)	2.8	≤ 0.6	2.8/0.6	≥ 4.5

Dựa trên kết quả tính toán trên Bảng 2, tỷ lệ mô hình lựa chọn $N_L=7$ (tỷ lệ dài, tỷ lệ cao), $N_t = \sqrt{N_L} = 2.65$ (tỷ lệ thời gian), $N_v = \sqrt{N_L} = 2.65$ (tỷ lệ vận tốc), $N_m = N^3_L = 343$ (tỷ lệ khối lượng). Quá trình phân tích lựa chọn tỷ lệ, kích thước mô hình phải đảm bảo tương tự về số Froude: $F=V/(gL)^{0.5}$ (V là vận tốc sóng; L là đường kính lỗ rỗng). Việc lựa chọn $N_v = N_t = \sqrt{N_L}$ theo phép phân tích thứ nguyên và định luật Buckingham Π giúp cho mô hình đảm bảo về chỉ số tương tự

Froude tức là $F_m = F_n$ (m : mô hình; n : nguyên hình).

2.1.2. Kết cấu thí nghiệm

Kết quả nghiên cứu của dự án Viwat từ điều tra thực tế và mô phỏng bằng mô hình toán cho thấy 3 dạng đê giảm sóng điển hình làm việc hiệu quả ở ĐBSCL là: Kè cọc ly tâm đồ đá học (CLT) ở Cà Mau, Đê trụ rỗng (ĐTR), Đê kết cấu rỗng TC1 với kích thước thực tế đã áp dụng xây dựng ở bờ biển ĐBSCL và được thu nhỏ với tỉ lệ mô hình 1/7 để tiến hành thí nghiệm.



Hình 1: Các kết cấu đề giảm sóng thí nghiệm

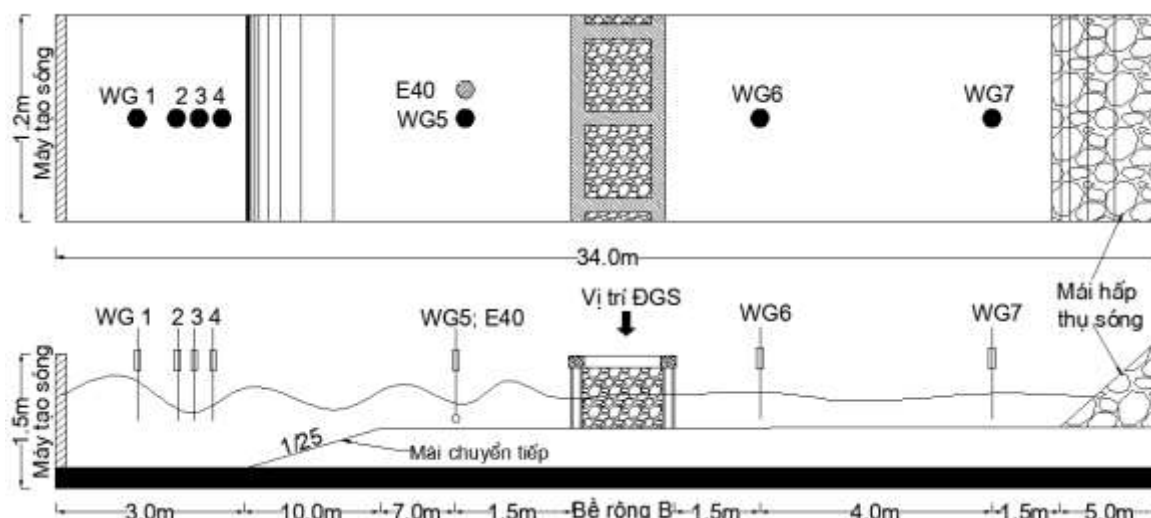
Bảng 2: Thống số các dạng kết cấu phục vụ thí nghiệm

Thông số	Kết cấu Cọc ly tâm – đá đổ (CLT)	Kết cấu TC1	Kết cấu đề trụ rộng (ĐTR)
Chiều cao công trình (h)	h=40cm	h=40cm	h=40cm
Độ rộng (P)	- Độ rộng xấp của đá đổ P=40% - Khoảng cách giữa 2 hàng cọc 37 cm - Khoảng cách giữa 2 cọc 4.3cm	Rộng bề mặt: - $P_{\text{mặt trước}} = 17.1\%$ $P_{\text{mặt sau}} = 12.4\%$	Rộng bề mặt: - $P_{\text{mặt trước}} = 12.3\%$ $P_{\text{mặt sau}} = 5.5\%$
Bề rộng (B)	B=38cm	Chân mở rộng 34.4cm về đỉnh hẹp 7.7cm	Hình vòm đường kính 64cm

2.1.3 Bố trí kim đo sóng và dòng chảy trong thí nghiệm

Để đảm bảo tương tự với điều kiện thực tế về độ dốc địa hình vùng ven biển ở ĐBSCL, mô hình thí nghiệm sử dụng mái chuyển tiếp có độ dốc 1/25 cách máy tạo sóng 3m về hướng đặt công trình nhằm tạo ra vùng chuyển tiếp từ sóng nước sâu về sóng nước nông của khu vực ĐBSCL trước khi tương tác với công trình (Hình 2).

Kim đo sóng được bố trí trước và sau công trình bao gồm 5 kim đo trước công trình (WG1, 2, 3, 4, 5) dùng để xác định sóng đến phía trước công trình và 2 kim đo (WG6, 7) sau công trình được dùng để xác định chiều cao sóng sau công trình. Trong đó 4 kim (WG1, 2, 3, 4) được bố trí để tách sóng phản xạ và sóng tới trước công trình dựa trên phương pháp bình phương tối thiểu (Mansard & nnk, 1980).



Hình 2: Sơ đồ bố trí thí nghiệm

2.2. Kích bản và các trường hợp thí nghiệm

Tổng số trường hợp thí nghiệm là 280 trường hợp (xem Bảng 3) bao gồm:

- 01 kích bản không công trình;
- 03 kích bản thay đổi kết cấu đê (CLT, TC1 và DTR);
- 07 trường hợp thay đổi mực nước và chiều cao lưu không đỉnh đê (R_c);
- 10 tham số sóng (H_s , T_p , L);



Hình 3: Sơ họa các thông số thiết lập thí nghiệm

Chi tiết các trường hợp thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3: Trường hợp thí nghiệm

Kịch Bản	Độ sâu d (cm) (tương ứng với chiều cao lưu không R_c (cm))	Tham số sóng
Không công trình		$H_s=12\text{cm}$; $T_p=1.51\text{s}$
TC1	$d=20\text{cm}$ ($R_c=+20\text{cm}$)	$H_s=12\text{cm}$; $T_p=1.89\text{s}$
CTL	$d=25\text{cm}$ ($R_c=+15\text{cm}$)	$H_s=12\text{cm}$; $T_p=2.27\text{s}$
DTR	$d=30\text{cm}$ ($R_c=+10\text{cm}$)	$H_s=12\text{cm}$; $T_p=2.65\text{s}$
	$d=35\text{cm}$ ($R_c=+5\text{cm}$)	$H_s=17\text{cm}$; $T_p=1.89\text{s}$
	$d=40\text{cm}$ ($R_c=+0\text{cm}$)	$H_s=17\text{cm}$; $T_p=2.27\text{s}$
	$d=45\text{cm}$ ($R_c=-5\text{cm}$)	$H_s=17\text{cm}$; $T_p=2.65\text{s}$
	$d=50\text{cm}$ ($R_c=-10\text{cm}$)	$H_s=22\text{cm}$; $T_p=2.27\text{s}$
		$H_s=22\text{cm}$; $T_p=2.65\text{s}$
		$H_s=27\text{cm}$; $T_p=2.65\text{s}$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Tùy thuộc vào hình dạng của kết cấu mà khả năng tiêu tán năng lượng sóng khác nhau, đối với kết cấu cọc ly tâm đá đổ khả năng tiêu tán năng lượng sóng chủ yếu phụ thuộc vào lớp đá đổ giữa 2 hàng cọc ly tâm, khoảng cách 2 hàng cọc trước sau và khoảng cách giữa các cọc, còn đối với dạng kết cấu rồng (TC1, ĐTR) khả năng tiêu tán năng lượng sóng sẽ phụ thuộc vào hình dạng kết cấu (độ rồng bề mặt trước, sau; khoảng cách giữa mặt trước và mặt sau...).

Khi sóng tác động đến công trình đê giảm sóng có độ rồng thì một phần năng lượng sóng sẽ bị phản xạ phía trước công trình, một phần sẽ bị tiêu tán hấp thụ bởi công trình và phần còn lại sẽ được truyền qua phía sau công trình. Theo định luật bảo toàn năng lượng, các thành phần năng lượng sóng có thể thể hiện năng lượng dưới dạng toán học bằng công thức cân bằng năng lượng (Burcharth and Hughes 2003):

$$E_i = E_t + E_r + E_d \quad (1)$$

Trong đó, E_i , E_t , E_r và E_d là năng lượng của sóng đến, sóng truyền, sóng phản xạ và sóng bị tiêu tán. Từ đó, phương trình cân bằng năng lượng sóng có thể được viết lại như sau:

$$1 = \left(\frac{H_t}{H_i} \right)^2 + \left(\frac{H_r}{H_i} \right)^2 + \frac{E_d}{E_i} \quad (2)$$

$$1 = K_t^2 + K_r^2 + K_d^2 \quad (3)$$

Trong đó:

$K_t = \frac{H_{m0,t}}{H_{m0,i}}$ Hệ số truyền sóng được xác định bằng tỷ lệ chiều cao sóng truyền phía sau công trình ($H_{m0,t}$) và chiều cao sóng tới trước công trình ($H_{m0,i}$);

$K_r = \frac{H_{m0,r}}{H_{m0,i}}$ Hệ số sóng phản xạ được xác định bằng tỷ lệ chiều cao sóng phản xạ trước công trình ($H_{m0,r}$) và chiều cao sóng tới trước công

trình ($H_{m0,i}$);

K_d Hệ số sóng tiêu tán được xác định dựa vào kết quả của công thức biến đổi từ công thức (3):

$$K_d^2 = 1 - K_t^2 - K_r^2 \quad (4)$$

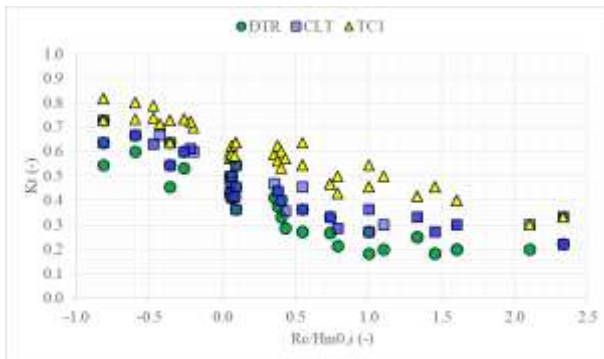
Để đánh giá ảnh hưởng sự khác nhau giữa các kết cấu thì các hệ số K_t ; K_r ; K_d trong công thức (3) sẽ được phân tích và thảo luận.

3.1. Ảnh hưởng của hình dạng kết cấu đến các hệ số K_t , K_r , K_d

Kết quả Hình 4 thể hiện tương quan giữa chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê ($R_c/H_{m0,i}$) và hệ số sóng truyền qua công trình (K_t) giữa 3 kết cấu nghiên cứu. Hệ số truyền sóng tỷ lệ nghịch với chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê. Đối với 3 loại đê kết cấu rồng này hệ số truyền sóng K_t dao động từ 0.2÷0.8.

Hệ số truyền sóng thấp nhất được nhận thấy ở kết cấu đê trụ rồng (ĐTR), sau đó là kết cấu cọc ly tâm – đá đổ (CLT) và hệ số truyền sóng lớn nhất được nhận thấy kết cấu TC1 trong cả trường hợp đê nổi ($R_c/H_{m0,i} > 0$) và đê ngầm ($R_c/H_{m0,i} < 0$).

Kết cấu ĐTR cho hệ số truyền sóng thay đổi trong khoảng 0.18 đến 0.65, với kết cấu CLT là 0.22 đến 0.70 và kết cấu TC1 từ 0.30 đến 0.80 kết quả này phù hợp với nghiên cứu Lê Xuân Tú & nnk (2019, 2020). Hệ số truyền sóng qua cấu kiện càng lớn thì hiệu quả giảm sóng càng thấp và ngược lại. Đối với cọc ly tâm kết hợp đá đổ hệ số truyền sóng còn phụ thuộc vào bề rộng đỉnh đê, bề rộng đỉnh đê càng lớn thì hệ số giảm sóng càng cao (Đỗ Văn Dương & nnk (2021)). Đối với cấu kiện rồng như ĐTR, TC1 theo nghiên cứu Hee Min Teh & nnk (2012), Lê Xuân Tú & nnk (2019), hệ số truyền sóng qua công trình phụ thuộc hoàn toàn vào độ rồng bề mặt của các loại cấu kiện và tương quan giữa độ rồng bề mặt trước và sau của cấu kiện. Trong thí nghiệm hiện tại, thiết kế của đê trụ rồng có phần trăm lỗ rồng bề mặt (cả trước và sau) nhỏ nhất nên hệ số truyền sóng là thấp nhất.

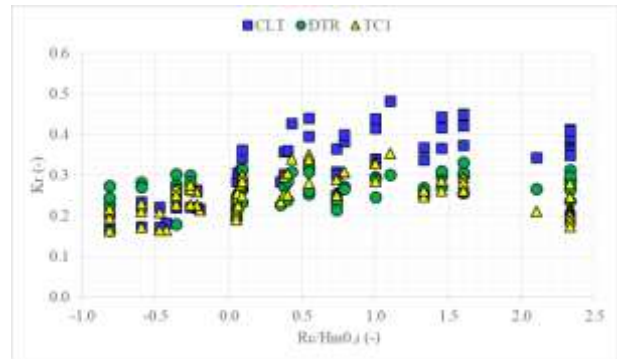


Hình 4: Tương quan chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê ($R_c/H_{m0,i}$) và hệ số truyền sóng (K_t) giữa các kết cấu

Hình 5 thể hiện tương quan chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê ($R_c/H_{m0,i}$) và hệ số sóng phản xạ trước công trình (K_r). Hệ số sóng phản xạ tỷ lệ thuận với sự gia tăng của chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê, sóng phản xạ trước công trình càng lớn khi đê trong trạng thái nhô cao và ngược lại. Theo kết quả phân tích, hệ số sóng phản xạ K_r của các loại kết cấu dao động từ 0.15 - 0.48. Đối với kết cấu ĐTR và TC1 hệ số sóng phản xạ dao động trong khoảng 0.15 đến 0.35 và đối với kết cấu CLT thì hệ số sóng phản xạ dao động lớn hơn trong khoảng 0.15 đến 0.45.

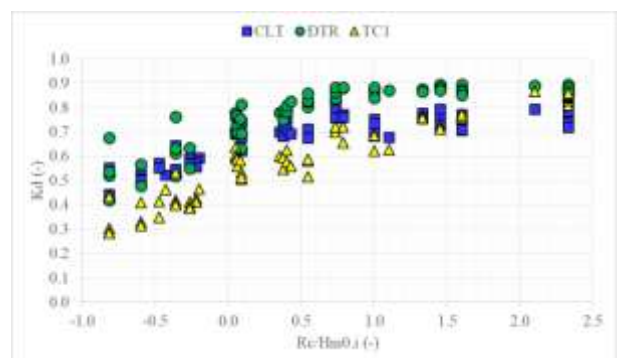
Khác với hệ số truyền sóng thì hệ số sóng phản xạ lớn nhất được nhận thấy ở kết cấu CLT do kết cấu mặt trước thẳng đứng và bên trong đổ đá học, 2 kết cấu dạng rỗng ĐTR và TC1 đều cho hệ số sóng phản xạ thấp hơn và giá trị tương đối giống nhau. Ở trạng thái đê nhô ($R_c/H_{m0,i} > 0$), sóng tương tác với công trình và truyền qua thân đê nên ảnh hưởng của hình dạng và tính chất của kết cấu đê đến sóng phản xạ là rõ ràng nhất, hệ số sóng phản xạ dao động $K_r = 0.2-0.48$, sóng phản xạ lớn nhất ứng với giá trị $R_c/H_{m0,i} = 0.5-1.5$.

Khi đê làm việc trong trạng thái ngầm ($R_c/H_{m0,i} < 0$) thì phần lớn sóng tràn qua đỉnh đê dẫn tới ảnh hưởng của các dạng kết cấu đến hệ số sóng phản xạ nhỏ hơn $K_r = 0.15-0.3$ khi $R_c/H_{m0,i}$ càng thấp thì hệ số sóng phản xạ càng nhỏ.



Hình 5: Tương quan chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê ($R_c/H_{m0,i}$) và hệ số sóng phản xạ trước công trình (K_r)

Để xem xét về khả năng tiêu tán năng lượng sóng của các kết cấu khác nhau thể hiện qua hệ số năng lượng sóng tiêu tán K_d trên Hình . Hệ số tiêu tán sóng dao động khoảng $K_d = 0.3-0.9$. Trong trạng thái đê nhô không cho sóng tràn qua với chiều cao đê nhô hơn một lần chiều cao sóng ($R_c/H_{m0,i} > 1$) hiệu quả tiêu tán sóng là lớn nhất $K_d = 0.6-0.9$, trong đó ĐTR cho khả năng tiêu tán năng lượng sóng lớn nhất. Hiệu quả tiêu tán năng lượng sóng của các kết cấu không thay đổi nhiều khi chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê lớn hơn 1 và tiếp tục gia tăng. Trong trường hợp đê ngầm có sóng tràn qua đỉnh ($R_c/H_{m0,i} < 0$) hiệu quả tiêu tán sóng giảm dần khi chiều cao sóng tràn qua đỉnh đê càng lớn. Kết cấu TC1 có đỉnh dạng chữ A đỉnh hẹp (7.7cm) có khả năng tiêu tán năng lượng sóng thấp hơn 2 kết cấu có đỉnh rộng hơn là ĐTR (đỉnh vòm bán kính 32cm) và CLT (đỉnh chữ nhật có bề rộng 38cm).



Hình 6: Tương quan chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê ($R_c/H_{m0,i}$) và hệ số tiêu tán năng lượng sóng (K_d)

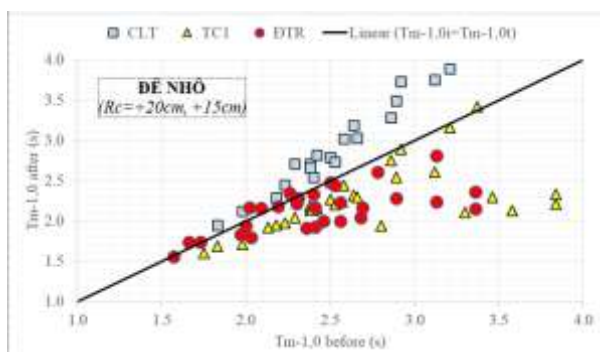
3.2. Ảnh hưởng kết cấu giảm sóng đến sự biến đổi chu kỳ sóng

Hình 7 thể hiện sự thay đổi của chu kỳ sóng khi sóng tương tác với các dạng kết cấu khác nhau, trực hoành thể hiện chu kỳ phổ bậc 1 ($T_{m-1,0}$ before) khi chưa có công trình tại vị trí kim đo số 6 và trực tung thể hiện chu kỳ phổ bậc 1 ($T_{m-1,0}$ after) sau khi có công trình tại vị trí kim đo số 6.

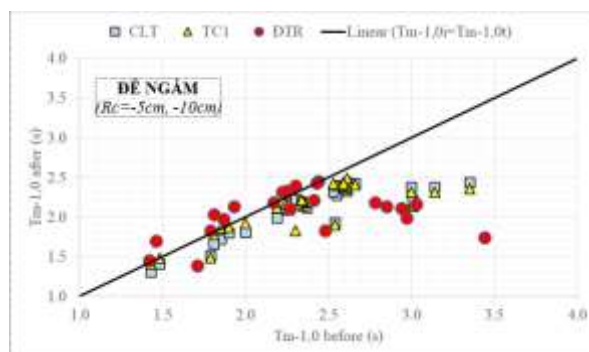
Sự khác nhau về chu kỳ sóng giữa 2 loại kết cấu đê: rồng xếp (CLT) và thân rồng đục lỗ hai bên (TC1, ĐTR) trong tương tác với sóng được thể hiện trong trường hợp đê nhô (Hình 7a) khi sóng chủ yếu truyền qua thân đê qua các lỗ rồng bề mặt. Đối với loại kết cấu CLT (đê rồng xếp) sóng tiêu tán khi truyền qua hàng cọc và lớp đá đổ thân đê, các giá trị nằm phía trên đường cân bằng (màu đen) thể hiện sau khi tương tác với công trình thì chu kỳ sóng phía sau công trình chủ yếu là các sóng có chu kỳ lớn hơn, không nhận thấy sự xuất hiện của các con sóng có chu kỳ nhỏ hơn so với trước khi có công trình, chứng tỏ loại kết cấu này tiêu tán hầu hết sóng có chu kỳ nhỏ (xem thêm Hình 8a dưới đây). Đối với loại kết cấu rồng bề mặt (TC1, ĐTR) có nguyên lý tiêu tán sóng tương tự nhau thì các giá trị chủ yếu nằm trùng hoặc dưới với đường cân bằng (màu đen) thể hiện chu kỳ sóng phía sau các dạng công trình này có xu hướng không đổi hoặc nhỏ hơn so với trước khi có công trình. Trong trường hợp đê ngầm (Hình 7b) sóng chủ yếu tràn qua đỉnh

đê thì chu kỳ sóng của cả 2 loại kết cấu rồng xếp (CLT) và rồng bề mặt (TC1, ĐTR) đều có xu hướng trùng hoặc thấp hơn đường cân bằng, điều này cho thấy khi đê làm việc ở chế độ đê ngầm thì ảnh hưởng của hình dạng kết cấu đê rất nhỏ đến sự biến đổi chu kỳ sóng.

Kết quả phân tích (Hình 4) cho thấy khi sóng tràn qua đỉnh đê thì ảnh hưởng của 3 dạng kết cấu đê đến sự thay đổi của tham số chiều cao sóng là không lớn. Trong trạng thái đê nhô thì ảnh hưởng này trở nên lớn hơn nhưng không có sự phân biệt giữa 2 loại kết cấu rồng xếp và rồng bề mặt. Tuy nhiên, đối với tham số chu kỳ sóng (Hình 7) có thể nhận ra trong trường hợp đê nhô hay đê ngầm thì loại kết cấu rồng bề mặt (TC1, ĐTR) đều cho xu hướng biến đổi của chu kỳ sóng là giống nhau (nhỏ hơn hoặc bằng so với trước khi có công trình), còn loại kết cấu rồng xếp (CLT) cho xu hướng chu kỳ sóng lớn hơn trong trạng thái đê nhô và nhỏ hơn khi ảnh hưởng của công trình ít đi trong trạng thái đê ngầm. Điều này cho thấy ảnh hưởng của các dạng kết cấu khác nhau đến sự biến đổi chu kỳ sóng là khác nhau. CLT như một bộ lọc sóng với độ rộng nhất định và chiều dày lớn nên sóng bị biến đổi hoàn toàn khi truyền qua dạng kết cấu này, đối với ĐTR, TC1 là dạng đê thân rồng và rồng bề mặt trước sau nên khả năng biến đổi tính chất sóng là ít hơn so với CLT.



(a) Trường hợp đê nhô



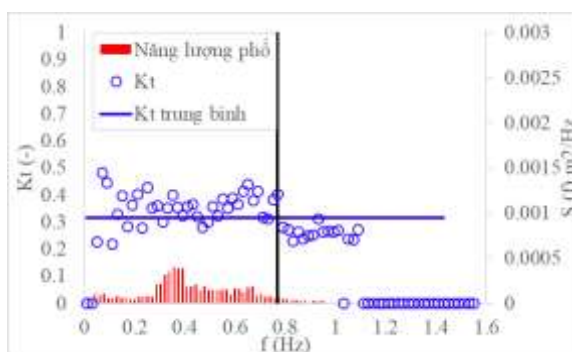
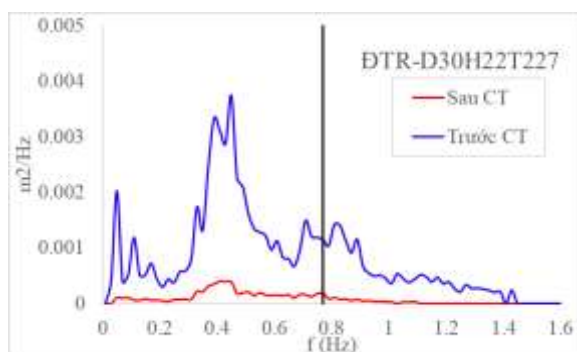
(b) Trường hợp đê ngầm

Hình 7: Tương quan chu kỳ sóng trước và sau khi có công trình đối với các dạng kết cấu khác nhau

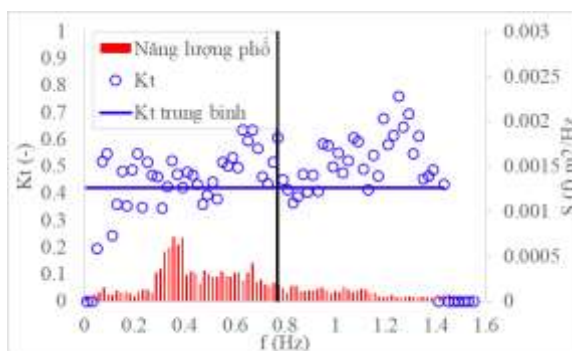
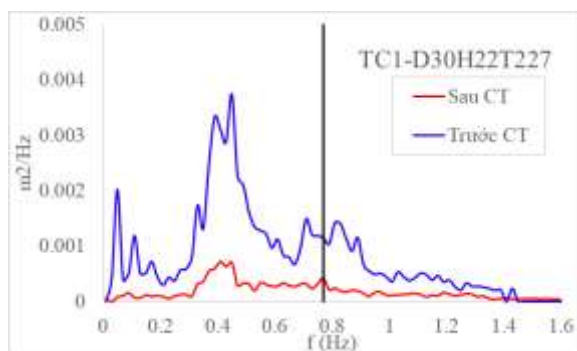
3.3. Ảnh hưởng các kết cấu giảm sóng đến sự biến đổi phổ sóng

Hình 8 thể hiện biến đổi phổ sóng trước và sau khi có công trình ứng với các dạng kết cấu khác nhau trong 1 kịch bản đại diện (biên sóng nước sâu $H_s = 22\text{cm}$, $T_p = 2.27\text{s}$), hình bên trái thể hiện sự suy giảm phổ năng lượng sóng và hình bên phải thể hiện tương quan hệ số truyền sóng ứng với các dải tần số sóng khác nhau của con sóng đến. Trong quá trình tương tác giữa sóng với công trình thì mỗi dải tần số sóng của sóng ngẫu nhiên sẽ cho 1 giá trị sóng truyền qua công trình tương ứng với hệ số K_t của dải tần số đó, từ đó có thể thấy với cùng một điều kiện biên về sóng, mực nước thì 2 loại kết cấu CLT (rỗng xốp) và ĐTR, TC1 (rỗng bề mặt) cho hệ số truyền sóng K_t ứng với các dải tần số là rất khác nhau.

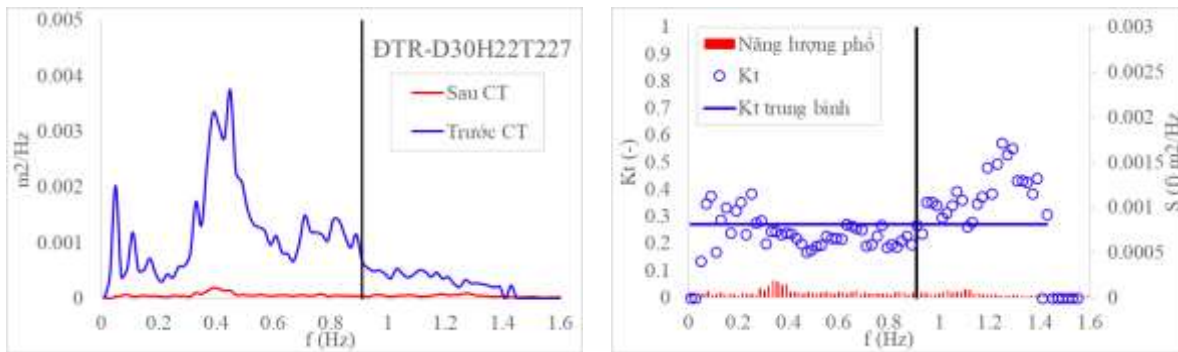
Hình 8a cho thấy dạng công trình CLT cho các hệ số truyền sóng đối với các dải tần số sóng lớn hơn $f = 0.77\text{ Hz}$ thấp hơn mức trung bình (đường màu xanh). Dạng công trình rỗng bề mặt (TC1) lại cho hệ số truyền sóng của các con sóng có tần số lớn hơn 0.77 Hz khá lớn, lớn hơn mức trung bình. Dải tần số cho năng lượng sóng truyền qua nhiều hơn mức trung bình đối với ĐTR là lớn hơn 0.9 Hz . Đối với dạng đề rỗng xốp (CLT) thì sóng tới với các dải năng lượng tần số cao sẽ phần lớn bị tiêu tán bởi công trình (thể hiện qua hệ số truyền sóng K_t ứng với dải tần số đó rất nhỏ), còn dạng công trình kết cấu rỗng bề mặt (TC1, ĐTR) không thể tiêu tán hoặc triệt tiêu rất ít các con sóng đến có dải tần số cao. (Lưu ý là dải tần số 0.77 Hz , 0.90 Hz có thể thay đổi khi biên sóng tới thay đổi).



a. Kết cấu rỗng xốp cọc ly tâm – đá đỏ (CLT)



b. Kết cấu rỗng bề mặt TC1



c. Kết cấu rỗng bề mặt ĐTR

Hình 8: Biến đổi phổ năng lượng và tương quan hệ số truyền sóng K_t ứng với các dải tần số thí nghiệm trong các dạng kết cấu khác nhau

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Thí nghiệm đánh giá sự thay đổi các hệ số sóng truyền, sóng phản xạ và hệ số tiêu tán năng lượng cũng như sự biến đổi tính chất sóng khi có tác động của các dạng kết cấu để giảm sóng khác nhau (CLT, ĐTR, TC1) đã được thực hiện trên mô hình vật lý 2D.

Kết quả thí nghiệm cho một số kết luận chính như sau:

- Kết cấu đê trụ rỗng cải tiến (ĐTR) có phần trăm lỗ rỗng bề mặt nhỏ nhất cho hệ số truyền sóng nhỏ nhất. Kết cấu TC1 có phần trăm lỗ rỗng bề mặt lớn gấp hai lần của kết cấu ĐTR cho hệ số truyền sóng lớn nhất.
- Hệ số sóng phản xạ của đê CLT lớn hơn so với kết cấu ĐTR và TC1 do mặt trước đứng và đá đổ bên trong.

- Khả năng tiêu tán năng lượng sóng của kết cấu ĐTR ứng với thiết kế thực hiện trong thí nghiệm này là lớn nhất.

- Nghiên cứu đã cho thấy đặc trưng khác nhau của dạng kết cấu rỗng xếp (CLT) và dạng thân rỗng bề mặt đục lỗ (ĐTR & TC1) thông qua tương tác của sóng khi truyền qua công trình. Kết cấu CLT (kết cấu rỗng xếp) đã làm thay đổi đáng kể đặc tính sóng truyền qua công trình, làm giảm chiều cao sóng và tiêu tán gần hết các con sóng có chu kỳ nhỏ, nhưng lại làm gia tăng chu kỳ của các con sóng có chu kỳ lớn hơn 2,5s. Loại kết cấu ĐTR và TC1 (rỗng bề mặt và thân rỗng) không những làm giảm chiều cao sóng khi truyền qua công trình, mà còn làm giảm chu kỳ của các con sóng dài (>2,5s), đồng thời ít ảnh hưởng đến đặc trưng của các con sóng ngắn có chu kỳ nhỏ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Van der Meer, J.W., Daemen, I.F.R., 1994. Stability and wave transmission at low crested rubble mound structures. Journal of Waterway, Port Coastal and Ocean Engineering, 1, 1-19.
- [2] Burcharth, H.F. and Hughes, S.A. (2003). Types and functions of coastal structures. In Coastal Engineering Manual (pp. VI-2). Coastal Engineering Research Center.
- [3] Wave reflection characteristics of permeable and impermeable submerged trapezoidal Breakwaters – Mathew Hornack

- [4] Zelt, J.A. and Skjelbreia, J.E., 1992. Estimating incident and reflected wave fields using an arbitrary number of wave gauges. Proc. 23rd Int. Conf. Coastal Eng., ASCE, pp. 777-789.
- [5] A demountable wave absorber for wave flumes and basins - Simon Alexander Tiedeman, William Allsop, Viviana Russo2012.
<https://journals.tdl.org/icce/index.php/icce/article/view/6993> - author-4
- [6] Reynolds number definition: https://en.wikipedia.org/wiki/Reynolds_number
- [7] Mansard, E., Funke, E., 1980. The measurement of incident and reflected spectra using a least square method. Proceedings of the 17th International Conference on Coastal Engineering, vol. 2, pp. 154–172.
- [8] Elgar, S., T. H. C. Herbers, and R. T. Guza, Reflection of ocean surface gravity waves from a natural beach, J. Phys. Oceanogr., 24, 1503 – 1511, 1994.
- [9] Hee Min Teh, V Venugopal, T Bruce, 2012. Performance analysis of composite semicircular breakwaters of different configurations and porosities. Coastal Engineering Proceedings, 38-38
- [10] Le Xuan, T., Ba, H.T., Le Manh, H., Do Van, D., Nguyen, N.M., Wright, D.P., Bui, V.H., Mai, S.T. and Anh, D.T, 2020. Hydraulic performance and wave transmission through pile-rock breakwaters. Ocean Engineering, 218, p.108229.
- [11] Đỗ Văn Dương, Nguyễn Nguyệt Minh, Lê Duy Tú, Lê Xuân Tú, Đinh Công Sản, Trần Thùy Linh, 2021. Xác định ảnh hưởng của chiều rộng đỉnh đến hiệu quả giảm sóng của đê giảm sóng cọc ly tâm – đá đổ trong máng sóng - Tạp chí khoa học công nghệ thủy lợi số 66-2021.
- [12] Báo cáo đánh giá các giải pháp bảo vệ bờ biển ĐBSCL 4/2021. Viện khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [13] Lê Xuân Tú, Đỗ Văn Dương, 2019. Nghiên cứu ảnh hưởng các yếu tố đến quá trình truyền sóng của đê giảm sóng kết cấu rỗng trên mô hình máng sóng. Tạp chí khoa học công nghệ thủy lợi Số 57 (12/2019).
- [14] Lê Xuân Tú, Đỗ Văn Dương, 2020. Nghiên cứu khả năng truyền sóng của đê kết cấu cọc ly tâm đổ đá học trên mô hình máng sóng. Tạp chí khoa học công nghệ thủy lợi Số 58 (2/2020).