

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CÁC YẾU TỐ ĐẾN QUÁ TRÌNH TRUYỀN SÓNG CỦA ĐÊ GIẢM SÓNG KẾT CẤU RỖNG TRÊN MÔ HÌNH MÁNG SÓNG

Lê Xuân Tú, Đỗ Văn Dương
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Kết quả nghiên cứu đưa ra ảnh hưởng của các yếu tố như độ rỗng bề mặt, chiều cao lưu không đỉnh đê, độ dốc sóng tới quá trình truyền sóng của đê giảm sóng kết cấu rỗng thông qua các hệ số truyền sóng, hệ số tiêu tán năng lượng và hệ số sóng phản xạ. Từ đó xây dựng tương quan của các yếu tố ảnh hưởng kể trên tới hệ số truyền sóng qua dạng đê giảm sóng kết cấu rỗng.

Từ khóa: Đê giảm sóng kết cấu rỗng, hệ số truyền sóng, hệ số tiêu tán năng lượng, sóng phản xạ, độ rỗng bề mặt, mô hình vật lý 2D

Summary: The study focused on the influence of factors such as surface porosity, crest freeboard, wave steepness to the wave reduction of the porous breakwater via wave transmission coefficients, coefficient Energy dissipation and reflected wave coefficient. From that, build the correlation of the above influential factors to the wave transmission coefficient of the porous breakwater.

Keywords: Porous breakwater, transmission coefficient, dissipation coefficient, wave reflection, surface porosity, 2D physical model

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong các công trình bảo vệ bờ biển ở khu vực Đồng Bằng Sông Cửu Long hiện nay có đến 54.9% là công trình đê giảm sóng xa bờ. Trong đó 57.9% là đê giảm sóng bằng hàng rào tre có tuổi thọ tương đối thấp (thường nhỏ hơn 1 năm), 10.2% là đê giảm sóng Geotube, còn lại 31.9% là dạng đê giảm sóng có dạng rỗng (Cọc ly tâm, Đê trụ rỗng, Đê rỗng của Busadco). Phần lớn các tính toán thiết kế các công trình đê giảm sóng dạng rỗng hiện tại dựa trên các công thức kinh nghiệm được lấy từ các dạng đê truyền thống, không đánh giá được đúng bản chất làm việc của loại đê này.

Đê có những hiểu biết tốt hơn về các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng làm việc của đê kết cấu rỗng, cũng như sự khác biệt với dạng đê

truyền thống và tăng thêm kiến thức cho việc thiết kế đê giảm sóng kết cấu rỗng hiện nay. Một loạt các thí nghiệm thay đổi kích thước lỗ rỗng bề mặt của đê giảm sóng kết cấu rỗng đúc sẵn đã được thực hiện trong nghiên cứu này. Thí nghiệm được thực hiện trong máng sóng tại Phòng thí nghiệm Thủy động lực Sông Biển của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.

Cấu kiện sử dụng trong nghiên cứu có nguyên lý hoạt động theo dạng buồng tiêu năng với hai mặt trước và sau đều được bố trí lỗ rỗng, phần trăm lỗ rỗng bề mặt này ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả làm việc của đê giảm sóng.

Một số nghiên cứu trước đây đã xem xét hiệu quả làm việc của các tấm bản nhiều tầng với các phần trăm rỗng bề mặt khác nhau có thể kể đến như: Jarlan-type breakwater 1960 với nghiên cứu hiệu quả giảm sóng phản xạ của dạng đê với một mặt phía biển được làm rỗng 20% và mặt sau kín, hay nghiên cứu về sự suy

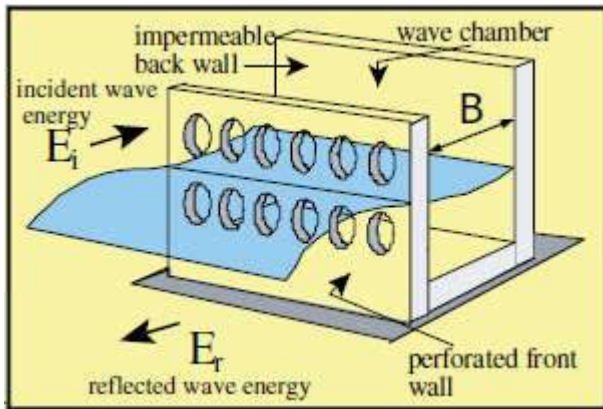
Ngày nhận bài: 21/11/2019

Ngày thông qua phản biện: 12/12/2019

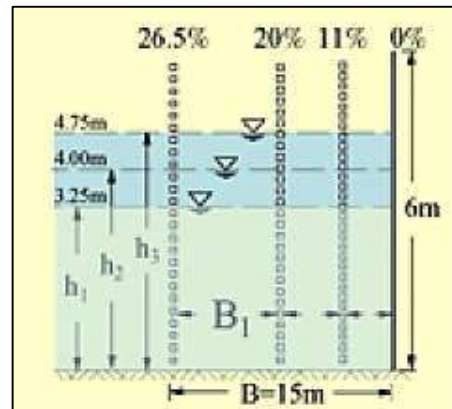
Ngày duyệt đăng: 18/12/2019

giảm và tiêu tán năng lượng sóng trên tám bản rỗng nhiều tầng của Hocine Oumeraci 2009 [1] với các phần trăm lỗ rỗng được xem xét là 5%, 11%, 20%, 26.5%.

Với cùng một nguyên lý tiêu hao năng lượng sóng thì các giá trị phần trăm lỗ rỗng bề mặt cấu kiện trong nghiên cứu này được lựa chọn dựa trên các nghiên cứu đã được kể đến ở trên.



(a) Kết cấu Jarlan-type breakwater 1960

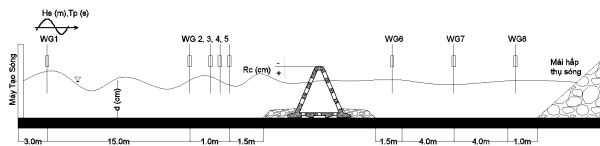


(b) Nghiên cứu Hocine Oumeraci 2009

Hình 1.1: Một số nghiên cứu liên quan đến độ rỗng bề mặt cấu kiện

2. THIẾT LẬP MÔ HÌNH VÀ CHƯƠNG TRÌNH THÍ NGHIỆM

2.1. Bố trí thí nghiệm



Hình 0.1: Sơ đồ bố trí thí nghiệm

Kim đo sóng được bố trí trước và sau công trình, 5 kim đo trước công trình (WG1, 2, 3, 4, 5) dùng để xác định sóng đến phía trước công trình, trong đó 4 kim (WG2, 3, 4, 5) được bố trí để tách sóng phản xạ và sóng tới trước công trình, kim đo sóng sau công trình (WG6, 7, 8) được dùng để xác định chiều cao sóng sau khi qua công trình. Vị trí giữa các kim đo được bố trí như trong sơ đồ Hình 0.1.

Các thông số sóng trước và sau công trình được đo bằng 8 đầu kim đo sóng. Sóng tới và sóng phản xạ được phân tách sử dụng 4 đầu kim đo tích hợp phần mềm xử lý trong mô hình đo sóng của HR-Wallingford. Tần số cắt tính toán được lựa chọn là 0.03Hz để loại bỏ

những năng lượng sóng tạo thành do cộng hưởng trong máng sóng. Quá trình phân tích truyền sóng được lấy từ số liệu sóng thực đo.



Hình 2.1: Thiết lập thí nghiệm truyền sóng qua đê giảm sóng kết cấu rỗng

Mỗi chuỗi số liệu thí nghiệm sử dụng cho phân tích được thực hiện ít nhất trong khoảng thời gian $500T_p$ (s) đủ dài để đảm bảo hình dạng phổ sóng tạo ra trong thí nghiệm phù hợp với thực tế.

2.2. Chương trình thí nghiệm

Tổng số kịch bản thí nghiệm bao gồm 36 kịch bản thí nghiệm thay đổi độ rỗng bề mặt cấu kiện và 48 kịch bản thí nghiệm truyền sóng ứng

với độ rỗng bề mặt cấu kiện được lựa chọn.

Chương trình thí nghiệm thay đổi độ rỗng bề mặt cấu kiện

Trong tổng số 36 kịch bản thí nghiệm thay đổi độ rỗng bề mặt có 6 kịch bản không công trình. Độ rỗng bề mặt cấu kiện được thay đổi dựa trên việc thay đổi kích thước lỗ rỗng của cấu kiện. Độ rỗng mặt phía biển (mặt trước) được thay đổi 11.8%, 22.5%, 36.6% và mặt

phía bờ (mặt sau) là 11.8%, 22.5%.

Tổ hợp điều kiện phục vụ cho thí nghiệm bao gồm 2 điều kiện về mực nước (mực nước cao và mực nước trung bình), ứng với mực nước cao sẽ có 4 tham số sóng thay đổi về chiều cao và chu kỳ sóng, còn mực nước trung bình sẽ có 2 tham số sóng. Tổng hợp các trường hợp và kịch bản thí nghiệm thể hiện trong Bảng 2.1.

Bảng 2.1: Kịch bản thí nghiệm thay đổi độ rỗng bề mặt cấu kiện

Trường hợp	Độ rỗng bề mặt cấu kiện và đường kính lỗ rỗng tương ứng				Tham số sóng		Chiều cao lưu không R_c / Độ sâu nước D (m)	Kịch bản
	Phía biển (P1)		Phía bờ (P2)		H_{m0} (m)	T_p (s)		
	P1 (%)	d1(m)	P2 (%)	d2(m)				
KH1	11.8	0.041	11.8	0.041	0.10 0.14	1.50 2.50	+0.14/0.33 0.00/0.47	Có công trình
KH2	22.5	0.057	11.8	0.041				
KH3	36.6	0.073	11.8	0.041				
KH4	36.6	0.073	22.5	0.057				
KH5	22.5	0.057	22.5	0.057				
KH0								Không công trình

Chương trình thí nghiệm thay đổi chiều cao lưu không và tham số sóng

Thí nghiệm truyền sóng qua cấu kiện được thực hiện chi tiết dựa trên kịch bản KH2 với

độ rỗng mặt trước là $P1=22.5\%$, độ rỗng mặt sau $P2=11.8\%$. Thí được xác định dựa trên tổ hợp 6 điều kiện sóng đặc trưng và 4 giá trị chiều cao lưu không.

Bảng 2.2: Kịch bản thí nghiệm xác định khả năng triệt giảm sóng

Trường hợp	Tham số sóng		Chiều cao lưu không R_c / Độ sâu nước D (m)	Kịch bản
	H_{m0} (m)	T_p (s)		
BW-JSW1	0.07	1.20		Không công trình Có công trình
BW-JSW2	0.10	1.50	+0.14/0.33	
BW-JSW3	0.12	1.60	+0.07/0.40	
BW-JSW4	0.14	1.70	0.00/0.47	
BW-JSW5	0.17	1.80	-0.07/0.54	
BW-JSW6	0.20	2.00		

3. KẾT QUẢ VÀ PHÂN TÍCH

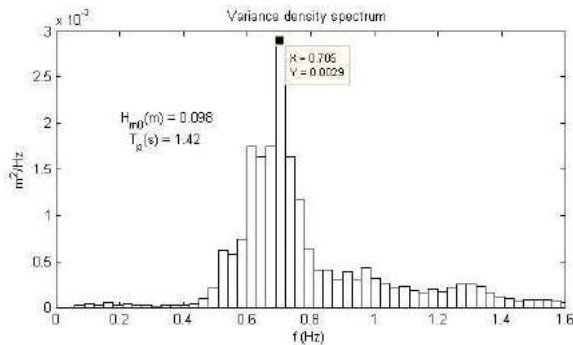
Sự biến đổi phổ sóng

Sự thay đổi hình dạng phổ sóng sau khi qua công trình được thể hiện ở Hình 3.1, năng lượng sóng lớn nhất tập trung chủ yếu ở dải phổ có tần số 0.5Hz đến 0.8Hz, phổ sóng phía sau công trình có dạng dẹt, năng lượng đỉnh

phổ lớn nhất không còn duy trì như sóng phía trước công trình. Chứng tỏ năng lượng sóng đã bị phản xạ hoặc bị tiêu tán trong quá trình truyền sóng, tương tác với cấu kiện.

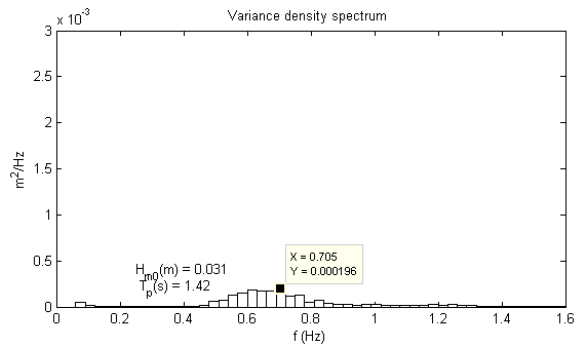
(a) Phổ sóng trước công trình

Number of waves 500, $\Delta f=0.03\text{Hz}$ chan 4



(a) Phổ sóng sau công trình

Number of waves 500, $\Delta f=0.03\text{Hz}$ chan 6



Hình 3.1: Sự biến đổi phổ năng lượng sóng khi truyền qua cấu kiện

3.1. Ảnh hưởng của các yếu tố đến quá trình truyền sóng

Theo các nghiên cứu trước đây, quá trình truyền sóng của đê giảm sóng phụ thuộc vào các yếu tố: chiều cao lưu không đỉnh đê (R_c), độ dốc mái công trình (m), bề rộng đỉnh đê (B), độ rộng bề mặt (P) và tính chất sóng (H_s , T_p) - [1], [2], [3], [4], [5], [11], [12], [13]. Tùy thuộc vào từng loại công trình khác nhau mà các yếu tố có thể ảnh hưởng nhiều hoặc ít. Đối với loại đê giảm sóng kết cấu rộng sử dụng trong nghiên cứu này có kết cấu đỉnh hẹp (bề rộng đỉnh đê nhỏ hơn nhiều lần so với chiều dài sóng thiết kế) nên yếu tố bề rộng đỉnh đê sẽ không được xem xét. Bên cạnh đó độ dốc mái công trình cũng là một hằng số không đổi nên cũng không được xem xét trong nghiên cứu này.

Đặc điểm của đê giảm sóng kết cấu rộng trong nghiên cứu là cho sóng truyền qua, làm việc cả trong điều kiện nổi và ngầm, tiêu tán năng lượng sóng nhờ vào độ rộng bề mặt cấu kiện. Do đó các yếu tố chính sẽ lần lượt được xem xét ảnh hưởng đến truyền sóng bao gồm: chiều

cao lưu không đỉnh đê, độ rộng bề mặt cấu kiện và tính chất sóng.

3.1.1. Ảnh hưởng của độ rộng bề mặt đến quá trình truyền sóng

- Chỉ tiêu đánh giá

Khi sóng tác động công trình đê giảm sóng có độ rộng 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. Về mặt lý thuyết thì vấn đề thủy động lực học này tuân thủ định luật bảo toàn năng lượng và được thể hiện 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. Và hàm cân bằng năng lượng có thể được viết lại như sau:

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

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

Trong đó:

$$K_t = \frac{H_{m0,t}}{H_{m0,i}} \text{ Hệ số truyền sóng được xác định}$$

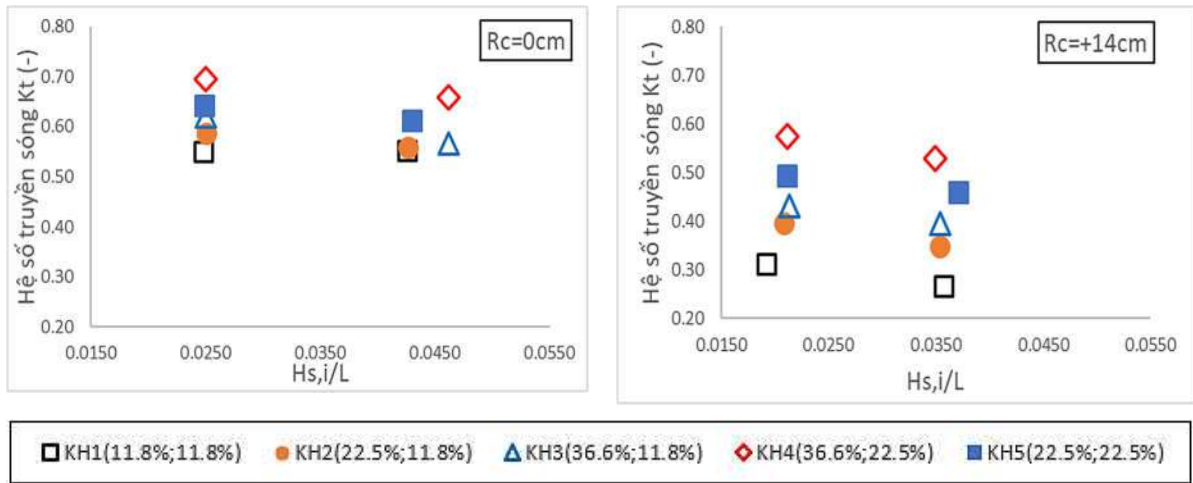
bằng giá trị chiều cao sóng truyền phía sau công trình ($H_{m0,t}$) trên giá trị chiều cao sóng tới trước công trình ($H_{m0,i}$);

$$K_r = \frac{H_{m0,r}}{H_{m0,i}} \text{ Hệ số truyền sóng được xác định}$$

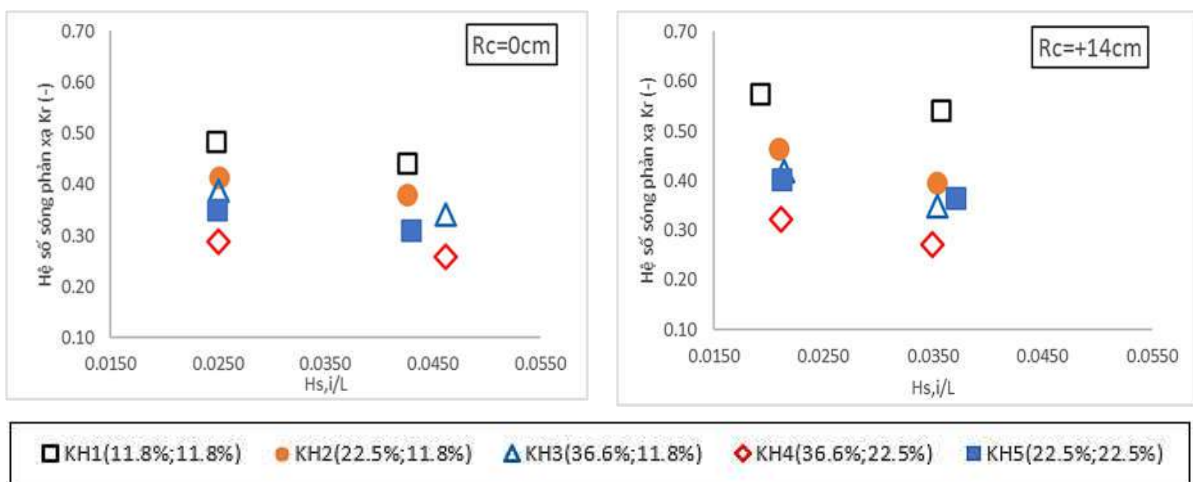
bằng giá trị chiều cao sóng phản xạ trước công trình ($H_{m0,r}$) trên giá trị chiều cao sóng tới trước công trình ($H_{m0,i}$);

K_d được xác định dựa vào kết quả của công thức biến đổi từ công thức (3):

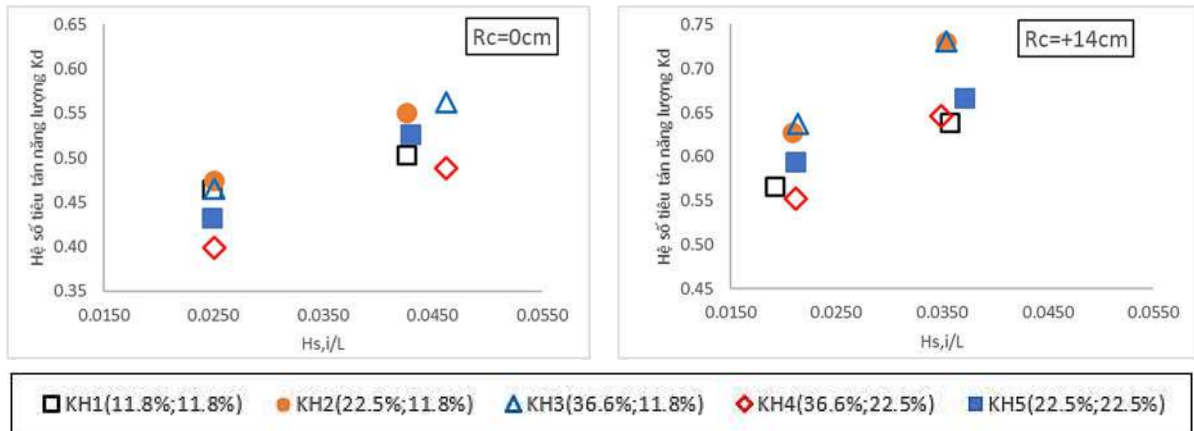
$$K_d = 1 - K_t^2 - K_r^2 \quad (4)$$



Hình 3.2: Hệ số truyền sóng trong 2 điều kiện mực nước khác nhau



Hình 3.3: Hệ số sóng phản xạ trong 2 điều kiện mực nước khác nhau



Hình 3.4: Hệ số tiêu tán năng lượng sóng trong 2 điều kiện mực nước khác nhau

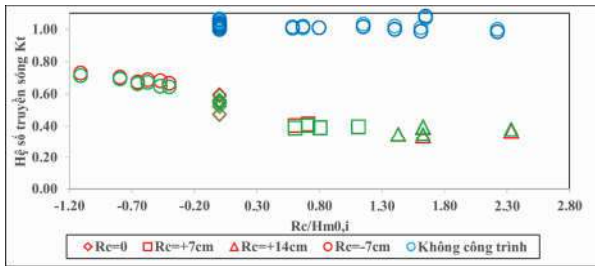
Hình 3.2 thể hiện quan hệ giữa K_t và H_i/L_p trong hai điều kiện mực nước thí nghiệm ứng với $R_c=0\text{cm}$ và $R_c=+14\text{cm}$. Giá trị độ dốc sóng được thay đổi từ 0.02 đến 0.05 cho thấy: khi đề nôi ứng với $R_c=+14\text{cm}$ thì sự phân tán của hệ số truyền sóng giữa các kịch bản độ rộng bề mặt khác nhau có sự khác biệt rõ ràng hơn trong trường hợp mực nước ngang mặt đỉnh đê ($R_c=0\text{cm}$). Xu thế cho thấy kịch bản KH4 ($P_1=36.6\%$; $P_2=22.5\%$) có hệ số truyền sóng lớn nhất do độ rộng bề mặt lớn nhất và ngược lại kịch bản KH1 ($P_1=11.8\%$; $P_2=11.8\%$) có độ rộng bề mặt nhỏ nhất thì cho hệ số truyền sóng là nhỏ nhất, sự khác biệt được nhận thấy cả trong trường hợp sóng dài và sóng ngắn. Khi so sánh 3 kịch bản KH1, KH2 và KH3 có cùng độ rộng mặt phía sau và độ rộng mặt trước lớn dần thì xu hướng cho thấy độ rộng mặt trước càng lớn sẽ cho hệ số truyền sóng càng lớn. Điều này chứng tỏ độ rộng mặt trước có ảnh hưởng đến hệ số truyền sóng theo xu hướng đồng biến. Điều tương tự được nhìn thấy khi so sánh 2 kịch bản KH4 và KH5. Đối với trường hợp cùng độ rộng mặt trước và độ rộng mặt sau tăng dần khi so sánh 2 cặp kịch bản KH2 ($P_1=22.5\%$; $P_2=11.8\%$) với KH5 ($P_1=22.5\%$; $P_2=22.5\%$) và KH3 ($P_1=36.6\%$; $P_2=11.8\%$) với KH4 ($P_1=36.6\%$; $P_2=22.5\%$) thì độ rộng mặt sau càng lớn sẽ cho hệ số truyền sóng càng lớn, xu hướng đồng biến giữa độ rộng mặt sau và hệ số truyền sóng.

Ngược lại với hệ số truyền sóng thì Hình 3.3 thể hiện quan hệ giữa hệ số sóng phản xạ K_r và độ dốc sóng tới $H_{s,i}/L$ cho hệ số sóng phản xạ lớn nhất ở kịch bản có độ rộng bề mặt nhỏ nhất KH1 ($P_1=11.8\%$, $P_2=11.8\%$). Khi độ rộng mặt sau không thay đổi và độ rộng mặt trước tăng dần trong 3 kịch bản KH1, KH2 và KH3 thì hệ số sóng phản xạ giảm dần, chứng tỏ độ rộng mặt trước càng lớn thì hệ số sóng phản xạ càng nhỏ. Ngược lại trong trường hợp độ rộng mặt trước không đổi và độ rộng mặt sau tăng dần khi so sánh 2 cặp kịch bản KH2 ($P_1=22.5\%$; $P_2=11.8\%$) với KH5 ($P_1=22.5\%$; $P_2=22.5\%$) và KH3 ($P_1=36.6\%$; $P_2=11.8\%$) với KH4 ($P_1=36.6\%$; $P_2=22.5\%$) thì ảnh hưởng của độ rộng mặt sau tới hệ số sóng phản xạ theo xu hướng nghịch biến tương đối rõ ràng.

Hình 3.4 thể hiện quan hệ giữa hệ số tiêu tán năng lượng sóng K_d và độ dốc sóng tới $H_{s,i}/L$ cho thấy khi đề nôi ($R_c=+14\text{cm}$) thì năng lượng sóng bị tiêu tán bởi cấu kiện nhiều hơn khi mực nước bằng đỉnh đê ($R_c=0\text{cm}$) thể hiện ở sự vượt trội của hệ số tiêu tán năng lượng sóng K_d khi $R_c=+14\text{cm}$. Hệ số tiêu tán năng lượng sóng bởi cấu kiện thấp nhất trong kịch bản độ rộng bề mặt nhỏ nhất KH1 ($P_1=11.8\%$, $P_2=11.8\%$) sóng chủ yếu bị phản xạ và kịch bản có độ rộng bề mặt lớn nhất KH4 ($P_1=36.6\%$, $P_2=22.5\%$) sóng chủ yếu bị truyền qua. Trong khi đó 2 kịch bản KH2 và KH3 cho hệ số tiêu tán năng lượng sóng là lớn nhất.

3.1.2. Ảnh hưởng của chiều cao lưu không đỉnh đê - Hệ số truyền sóng

Chiều cao lưu không tương đối của đỉnh đê có ảnh hưởng rất rõ ràng đến hệ số lan truyền sóng K_t thể hiện trong Hình 3.5. Kết cấu công trình đạt hiệu quả giảm sóng cao trên 50% (ứng với hệ số truyền sóng k_t nhỏ hơn 0.5) khi đê nổi ($R_c > 0$ cm). Hệ số truyền sóng bắt đầu có xu hướng không thay đổi nhiều khi $R_c/H_{m0,i} > 1.00$ tức là khi sóng không tràn qua đỉnh đê mà chỉ truyền qua lỗ rỗng cấu kiện, lúc này hiệu quả giảm sóng của cấu kiện hoàn toàn phụ thuộc vào phần trăm lỗ rỗng hai mặt cấu kiện và hiệu quả giảm sóng đạt khoảng 66% tương ứng với hệ số truyền sóng $k_t = 0.34$.

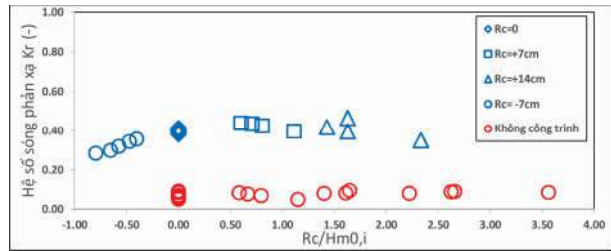


Hình 3.5: Ảnh hưởng của chiều cao lưu không đến hệ số truyền sóng

- Hệ số sóng phản xạ

Sóng phản xạ phía trước công trình được tạo thành từ tương tác giữa sóng và công trình. Nó không được mô tả chi tiết trong quá trình truyền sóng, tuy nhiên thông qua việc xác định hệ số sóng phản xạ cho phép xác định khả năng tiêu tán năng lượng sóng của công trình.

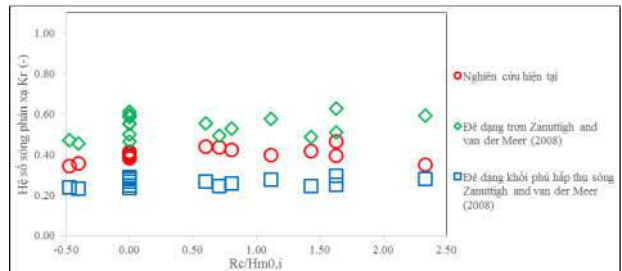
Hình 3.6 thể hiện tương quan giữa hệ số sóng phản xạ K_r và chiều cao lưu không tương đối của đỉnh đê $R_c/H_{m0,i}$ cho thấy khi R_c tăng dần từ -7cm đến 0cm (đê thay đổi từ trạng thái ngập qua mực nước bằng mặt đỉnh đê) thì hệ số sóng phản xạ cũng tăng theo xu hướng tuyến tính từ 0.28 lên 0.40. Khi đê làm việc trong điều kiện nổi $R_c = +7$ cm tới $R_c = +14$ cm thì hệ số sóng phản xạ không có xu hướng tăng giảm rõ ràng mà giao động trong khoảng từ 0.40 đến 0.45.



Hình 3.6: Tương quan giữa hệ số sóng phản xạ và R_c/H_{m0}

Điều kiện biên của thí nghiệm (H_s, T_p, R_c) được sử dụng để tính toán hệ số sóng phản xạ của đê dạng tròn, đê có khối phủ hấp thụ sóng dựa trên các công thức thực nghiệm được nghiên cứu bởi Zanuttigh and Van der Meer (2008) [9] thể hiện trong Hình 3.7. So với các dạng kết cấu đê giảm sóng nghiên cứu trước đây thì hệ số sóng phản xạ của kết cấu trong nghiên cứu này có xu hướng lớn hơn sóng phản xạ của dạng đê mái nghiêng có khối phủ hấp thụ sóng và nhỏ hơn đê dạng tròn không có khối phủ hấp thụ sóng.

Việc nhận biết và tính toán sóng phản xạ rất cần thiết trong quá trình thiết kế đê giảm sóng kết cấu rỗng, đặc biệt cho việc thiết kế giải phải bảo vệ chân chống xói cho công trình.



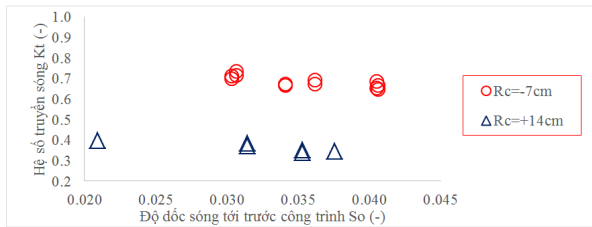
Hình 3.7: So sánh hệ số sóng phản xạ với các dạng kết cấu truyền thống

3.1.3. Ảnh hưởng của độ dốc sóng tới trước công trình S_0

Quá trình truyền sóng qua đê giảm sóng cũng phụ thuộc vào hiện tượng sóng vỡ trên mái của công trình, tương tác này được thể hiện qua chỉ số sóng vỡ Iribarren $\zeta_0 = \frac{\tan \theta}{\sqrt{S_0}}$ Tuy nhiên

độ dốc mái công trình $\theta = 56^\circ$ là một hằng số nên ảnh hưởng của chỉ số này có thể được thay

thể bằng ảnh hưởng của độ dốc sóng tới S_0 . Hình 3.8 mô tả quan hệ giữa hệ số truyền sóng K_t và độ dốc sóng tới trước công trình S_0 cho thấy quan hệ theo xu hướng nghịch biến, khi độ dốc sóng nhỏ (sóng dài) thì hệ số truyền sóng lớn và hệ số truyền sóng giảm dần khi độ dốc sóng lớn dần trong cả trường hợp đê nhô ($R_c=+14\text{cm}$) và đê ngầm ($R_c=-7\text{cm}$).



Hình 3.8: Tương quan giữa hệ số truyền sóng và độ dốc sóng tới trước công trình

3.2. Công thức thực nghiệm

Các phân tích về các thông số ảnh hưởng đến quá trình truyền sóng ở trên là cơ sở cho việc xây dựng công thức thực nghiệm. Công thức thực nghiệm ở đây được xây dựng dựa trên công thức có sẵn của Van der Meer and Daemen (1994) [11] và Angremond et al (1996) [5]. Theo đó hệ số truyền sóng và hệ số sóng phản xạ bị ảnh hưởng bởi các yếu tố chính bao gồm: Chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê ($R_c/H_{m0,i}$), độ rộng mặt trước và sau cấu kiện (P_1, P_2), độ dốc sóng (S_0). Được biểu thị bằng công thức tổng quát:

$$K_t = f\left(\frac{R_c}{H_{m0,i}}, P_1, P_2, S_0\right)$$

$$K_t = a \frac{R_c}{H_{m0,i}} + bP_1 + cP_2 + dS_0 + e \quad (5)$$

a, b, c, d là các hằng số thực nghiệm đặc trưng cho ảnh hưởng của các yếu tố tương ứng: Chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê ($R_c/H_{m0,i}$), độ rộng mặt trước và sau cấu kiện (P_1, P_2), độ dốc sóng (S_0) đến hệ số truyền sóng.

e là hằng số tự do đặc trưng cho các yếu tố khác không được xem xét trong thí nghiệm này;

a, b, c, d, e được xác định thông qua phương pháp phân tích hồi quy với dữ liệu của các biến tương ứng có được từ kết quả thí nghiệm;

3.2.1. Công thức thực nghiệm

Kết quả phân tích cho giá trị hệ số tương quan R^2 đạt cực trị là 0.86 khi đó $a=-0.118$, $b=-2.033$, $c=0.366$, $d=1.117$, $e=0.384$. Các giá trị âm của a và b biểu thị cho quan hệ nghịch biến của 2 yếu tố chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê và độ dốc sóng tới trước công trình so với hệ số truyền sóng. Giá trị dương của c và d biểu thị cho quan hệ đồng biến giữa độ rộng bề mặt cấu kiện và hệ số truyền sóng.

Các giá trị a, b, c, d, e sẽ được tính toán lựa chọn sao cho hệ số tương quan R^2 đạt giá trị lớn nhất. Kết quả của phép phân tích hồi quy cho ra công thức tương ứng:

$$K_t = -0.118 \frac{R_c}{H_{m0,i}} - 2.033S_0 + 0.366P_1 + 1.117P_2 + 0.384$$

Khoảng áp dụng của công thức:

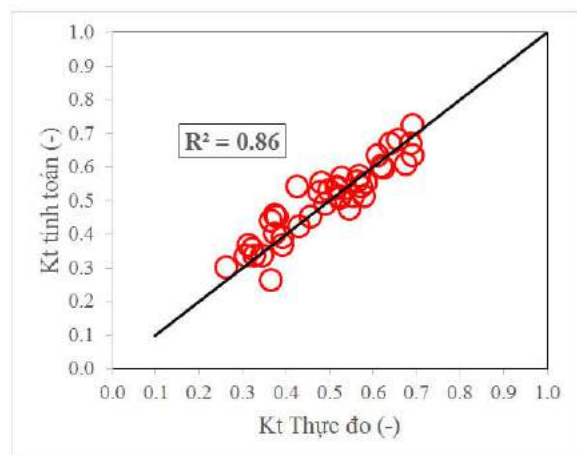
$$\frac{R_c}{H_{m0,i}} = -1.11 \div 2.33$$

$$S_0 = 0.019 \div 0.047$$

$$K_t = 0.28 \div 0.72$$

$$P_1 = 11.8\% \div 36.6\%$$

$$P_2 = 11.8\% \div 22.5\%$$



Hình 3.9: Kết quả phép phân tích hồi quy

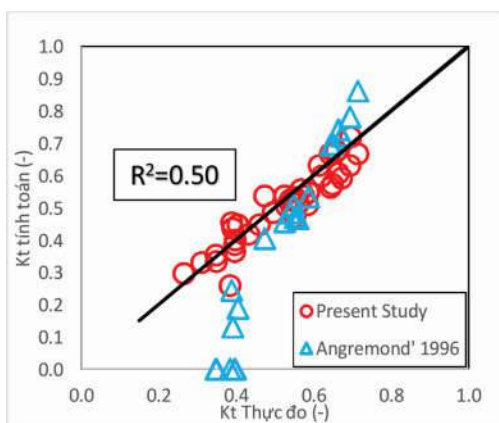
3.2.2. So sánh với các nghiên cứu trước đây

Kết quả thực nghiệm về hệ số truyền sóng được so sánh với các công thức truyền sóng của các nghiên cứu trước đây cho loại đê chắn sóng truyền thống của d'Angremond et al. (1996), Đê đỉnh hẹp (Narrow Crest 1990) và công thức truyền sóng qua đê giảm sóng kết cấu rỗng thuộc dự án nghiên cứu giải pháp phòng chống sạt lở và khôi phục rừng ngập mặn của ĐBSCL (SIWRR and AFD, 2017) [4]. Hệ số tương

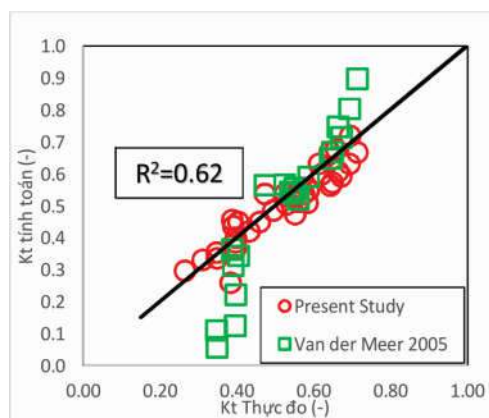
quan R^2 giữa giá trị hệ số truyền sóng thực đo và các giá trị tính toán theo nghiên cứu trước đây thể hiện qua Bảng 3.1. Sự tương đồng về hệ số truyền sóng của dạng đê kết cấu rỗng trong nghiên cứu hiện tại với các nghiên cứu trước đây được thể hiện rõ nét trong trường hợp đê cho phép sóng tràn qua. Còn trong trường hợp đê nổi hoàn toàn thì hệ số truyền sóng không có xu hướng tương đồng thể hiện ở hệ số tương quan R^2 xấp xỉ bằng không.

Bảng 3.1: Hệ số tương quan R^2 giữa công thức trong nghiên cứu hiện tại và các công thức nghiên cứu trước đây

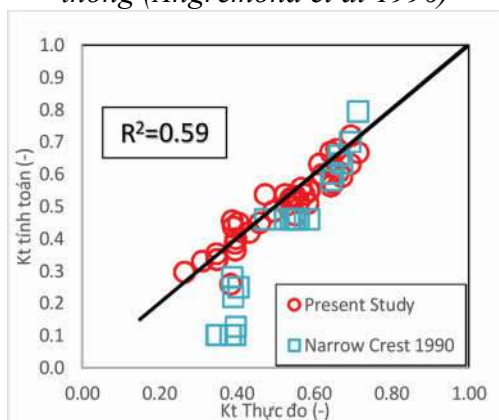
Công thức	Nghiên cứu hiện tại	Angremond et al. 1996	Van der Meer 2005	Narrow Crest 1990	SIWRR, AFD 2017
Hệ số tương quan R^2	0.86	0.50	0.62	0.59	0.69



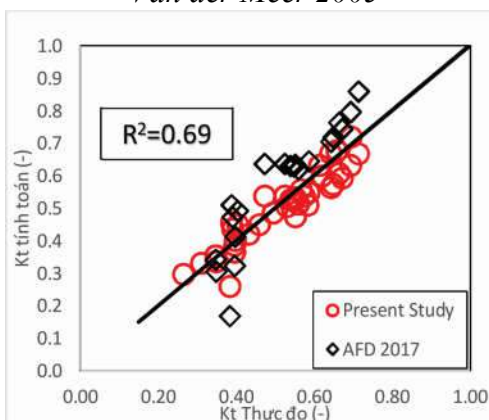
(a) So sánh với công thức đê đá đổ truyền thống (Angremond et al 1996)



(b) So sánh với công thức truyền sóng Van der Meer 2005



(c) So sánh với công thức đê dạng tron cho sóng truyền qua (Narrow Crest 1990)



(d) So sánh với công thức đê kết cấu rỗng (AFD 2017)

Hình 0.10: Kết quả so sánh công thức thiết lập với công thức trước đây

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Chuỗi thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của độ rỗng bề mặt, chiều cao lưu không đỉnh đê và sự chi phối của các tham số sóng đến hiệu quả giảm sóng, các hệ số sóng phản xạ và hệ số tiêu tán năng lượng của kết cấu giảm sóng kết cấu rỗng đã được thực hiện trên mô hình vật lý 2D của phòng thí nghiệm thủy động lực của Viện khoa học Thủy lợi miền Nam. Kết quả thí nghiệm cho một số kết luận:

Độ rỗng bề mặt cấu kiện (bao gồm cả mặt trước và sau cấu kiện) ảnh hưởng đồng biến đến hệ số truyền sóng và nghịch biến với hệ số sóng phản xạ.

Chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê và độ dốc sóng ảnh hưởng nghịch biến đến hệ số truyền sóng.

Từ kết quả số liệu thí nghiệm thực đo, nghiên cứu đã xây dựng được công thức xác định hệ số truyền sóng qua đê giảm sóng kết cấu rỗng. Công thức xác định hệ số truyền sóng bị chi phối bởi các yếu tố chính là chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê (R_c/H_i), độ rỗng bề mặt (P_1, P_2), độ dốc sóng (S_0). Sự tương đồng về hệ số truyền sóng giữa kết cấu trong nghiên cứu hiện tại với các kết cấu của những nghiên cứu trước đây xảy ra khi đê làm việc trong điều kiện cho phép sóng tràn qua.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hocine Oumeraci - Nonconventional Wave Damping Structures, Leichtweiss - Institute for hydraulic Engineering and water resource Technical University Braunschweig
- [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] 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.
- [5] Angremond, K., Van der Meer, J.W. and de Jong, R.J., 1996. Wave transmission at low-crested structures. Proc. 25th ICCE, ASCE, Orlando, USA.
- [6] Implications for the concept of “bound” wave release at short wave breaking. Coastal Engineering, 60, pp. 276-285.
- [7] Horstman, E., Dohmen-Janssen, M., Narra, P., van den Berg, N.J., Siemerink, M., Balke, T., Bouma, T., and Hulscher, S., 2012. Wave attenuation in mangrove forests; field data obtained in Trang, Thailand. Proc. 33rd Int. Conf. Coastal Eng., ASCE, pp. 40.
- [8] Hughes, A.S., 1993. Physical models and laboratory techniques in coastal engineering, *World Scientific, Singapore*, 568 pp.
- [9] Zanuttigh, B., van der Meer, J.W. Wave reflection from coastal structures in design conditions. Coastal Engineering (55). 2008. pp. 771-779.
- [10] Tuan, T.Q., Tien, N.V. and Verhagen, H.J., 2016. Wave transmission over submerged, smooth and impermeable breakwaters on a gentle and shallow foreshore. In: Proc. 9th PIANC-COPEDEC, pp. 897-905, Rio de Janeiro, BRAZIL.

- [11] 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.
- [12] Van der Meer, J. W., Briganti, R., Zanuttigh, B. and Wang, B., 2005. Wave transmission and reflection at low-crested structures: Design formulae, oblique wave attack and spectral change. *Coastal Engineering*, 52, 915 - 929.
- [13] 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.
- [14] Wave reflection characteristics of permeable and impermeable submerged trapezoidal Breakwaters - Mathew Hornack (2011).