

THIẾT KẾ VÀ PHÂN TÍCH KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THÍ NGHIỆM KẾT CẤU TƯỜNG RỒNG CÓ MŨI HẮT GIẢM SÓNG TRONG CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ

Nguyễn Mạnh Linh, Nguyễn Ngọc Nam, Trần Đình Bắc
Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Động lực học sóng biển

Tóm tắt: Việt Nam là quốc gia có đường bờ biển dài 3260km, 89 cửa sông và hơn 300 hòn đảo. Hiện nay, có nhiều công trình bảo vệ bờ dạng mái nghiêng kết hợp với tường đỉnh thấp, tường đứng có mũi hắt sóng để giảm lưu lượng sóng tràn, giảm áp lực sóng tác động mái đê. Tuy nhiên, kết cấu tường đỉnh, tường đứng tạo ra sóng phản xạ lớn, lực tác động vào kết cấu vẫn lớn. Từ thực trạng cũng như các yêu cầu cấp bách trên, tác giả và nhóm nghiên cứu của Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sóng biển đã đề xuất kết cấu tường rồng có mũi hắt giảm sóng trong công trình bảo vệ bờ. Kết cấu tường rồng có mũi hắt giảm sóng có mặt tiếp sóng dạng cong được đục lỗ, có buồng tiêu sóng với kích thước lỗ và kích thước buồng có các tỷ lệ khác nhau, vật liệu bằng bê tông cốt thép hoặc một số vật liệu mới.

Từ khóa: Cấu kiện tường rồng có mũi hắt giảm sóng; kích thước buồng rồng; tỷ lệ lỗ rồng; mô hình vật lý

Summary: Vietnam - a country which has 3260km coastline long, 89 estuaries and more than 300 islands. At present, there are many protective structures with inclined roof shapes combined with low crest walls, vertical walls with bullnose to reduce overtopping flow and wave pressure impacting the dyke. However, top and vertical walls create the great reflected waves and the force on the structure. From the current situation as well as the above urgent requirements, the research team of the National Key Laboratory of River and Marine Dynamism has proposed a hollow wall structure with a wave-attenuated nose in a shore protection project. Hollow-wall structures with wave-attenuated jets have perforated corrugated front ends, wave dissipation chamber with different proportions of holes and chambers size, is made by reinforced concrete materials or some new materials.

1. GIỚI THIỆU KẾT CẤU TƯỜNG RỒNG CÓ MŨI HẮT GIẢM SÓNG

Kết cấu tường rồng có mũi hắt giảm sóng dạng (KLOORCE) làm bằng bê tông cốt sợi hoặc bê tông polyme sử dụng cho công trình bảo vệ bờ. Tường KLOORCE bao gồm nhiều tường rồng riêng lẻ ghép lại với nhau, giữa các tường riêng lẻ liên kết với nhau bằng dầm đáy chạy dọc chân tường và các mấu liên kết âm - dương. Với các vùng có điều kiện sóng lớn có thể gia cố liên kết bằng cáp sợi thủy tinh hoặc cáp thép không gỉ.

Tường KLOORCE đơn lẻ là dạng cấu kiện có dạng khối liền với phần chân tường (1), buồng tiêu sóng (2), mũi hắt giảm sóng (3), lỗ hấp thụ sóng (4), như Hình 1.

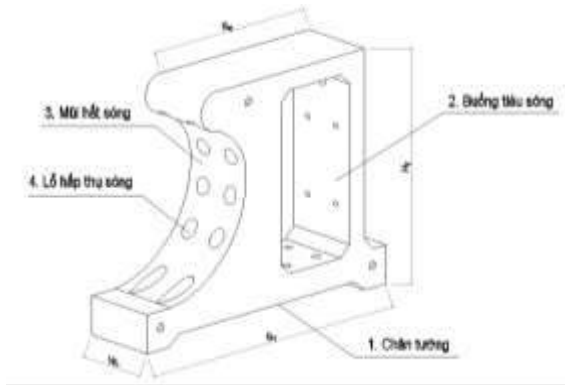
Kết cấu tường KLOORCE là giải pháp mới với mục tiêu giảm sóng tràn, giảm sóng phản xạ, giảm áp lực sóng. Đây là giải pháp mới chưa có nghiên cứu tương tác giữa sóng với kết cấu, sóng tràn, sóng phản xạ. Để làm sáng tỏ một số nhận định trên cần phải có nghiên cứu trên mô hình vật lý với những điều kiện sóng và mực

Ngày nhận bài: 18/01/2021

Ngày thông qua phản biện: 02/02/2021

Ngày duyệt đăng: 23/02/2021

nước và mặt cắt đê được trình bày trong phần sau. Bài viết trình bày thiết kế thí nghiệm và phân tích kết quả nghiên cứu thí nghiệm mô hình vật lý.



Hình 1: Phối cảnh kết cấu KLOORCE

2. THIẾT KẾ THÍ NGHIỆM VÀ BỐ TRÍ THÍ NGHIỆM

2.1. Máng sóng

Thí nghiệm mặt cắt đê biển có cấu kiện tường rỗng có mũi hút giảm sóng được tiến hành trên máng sóng của Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sóng biển – Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam. Máng sóng có chiều dài 37m, chiều cao 1.8m, chiều rộng 2m. Máy tạo sóng có thể tạo ra sóng đều, sóng ngẫu nhiên theo dạng phổ Jonwap Par, Moskowitz Par, Sin

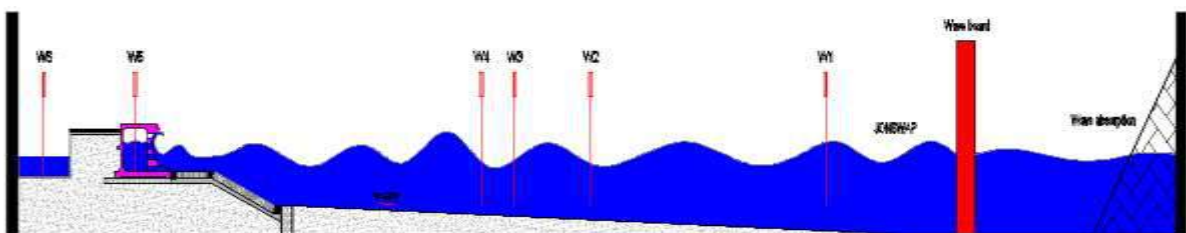
Jonwap, Moskowitz. Chiều cao sóng lớn nhất có thể tạo ra trong máng sóng là $H_{\max}=0.3\text{m}$, chu kỳ đỉnh phổ $T_p=0.5\div 5\text{s}$.

2.2. Thiết kế mô hình

Để có được tương tự cơ bản về các yếu tố sóng, mô hình cần làm chính thái theo tiêu chuẩn Froude. Tỷ lệ mô hình được lựa chọn $N_L=15$ (tỷ lệ dài, tỷ lệ cao), $N_t=(N_L)^{0.5}=3.873$ (tỷ lệ theo thời gian). Đối với cấu kiện tường rỗng có mũi hút giảm sóng bằng bê tông có độ nhám thực tế $\eta_{CKn}=0.016$, theo tỷ lệ mô hình thì $\eta_{CKm}=0.01$, do đó khi chế tạo sử dụng vật liệu có độ nhám tương đương $0.0097\div 0.01$.

2.3. Bố trí thiết bị

Mô hình sử dụng 4 đầu đo sóng: W_1 sử dụng để kiểm tra sóng đầu vào trước bản sóng, cách bản sóng khoảng $(3\div 5)L_0$ (chiều dài sóng nước sâu); W_2, W_3, W_4 được bố trí để xác định sóng phản xạ theo lý thuyết của Mansard (1980) và yêu cầu về khoảng cách các đầu đo phải đảm bảo để loại bớt các giá trị bất thường trong phép đo ($X_{12}\neq nL_p/2$ với $n=1,2,\dots$; $X_{12}\neq nX_{13}$ với $n=1,2,\dots$); Sử dụng máng thu nước (0.1m) và một máng định lượng nước tràn qua mái đê, như Hình 2.



Hình 2: Bố trí thiết bị

2.4. Thiết kế kịch bản thí nghiệm

Kịch bản thí nghiệm được xây dựng dựa trên cơ sở yếu tố ảnh hưởng tới xác định sóng tràn như độ cao lưu không R_c , độ rỗng kết cấu, thông số sóng. Dựa trên tổng quan hiện trạng về giải pháp bảo vệ và tài liệu thủy hải văn nguyên mẫu, chọn bộ thông số biên đầu vào:

- Thông số sóng $H_s= 1.5\div 3\text{m}$, chu kỳ sóng $T_p=6\div 8\text{s}$.
- Độ sâu nước $h=2.5\div 4\text{m}$.
- Đê biển có mái phía biển $2\div 3$
- Độ dốc bãi biển $1\div 2\%$

Trên cơ sở hiện trạng, kịch bản thí nghiệm xây dựng với kết cấu tường rỗng có mũi hút giảm

sóng với 1 tỷ lệ rỗng 15%. Độ sâu nước trong 0,24m, 0,27m, 0,3m. Chiều cao sóng cũng được lựa chọn tối thiểu 0.1m để đảm bảo Reynolds đủ lớn nhằm hạn chế ảnh hưởng của lực nhớt trong tất cả các thí nghiệm và sóng được tạo ra

theo phổ JONSWAP có chiều cao (Hs) lần lượt là: 0.1m; 0.125m; 0.15m; 0.175m; 0.2m; chu kỳ đỉnh phổ (Tp) là 1.8s. Tổ hợp các thông số bao gồm 18 phương án, như Bảng 1.

Bảng 1: Tổ hợp các tham số thí nghiệm mô hình

Mặt cắt thí nghiệm	Các thông số sóng		Độ cao lưu không Rc (cm)	Chiều cao kết cấu hw (cm)	Hệ số rỗng ε (%)	Mái dốc phía biển	Độ dốc bãi
	Hmo (cm)	Tp (s)					
Tường rỗng có mũi hắt giảm sóng	10	1.8	30	24	15	1/2.5	1/200
	12.5						
	15						
	17.5						
	20						

3. KẾT QUẢ VÀ PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1. Phân tích kết quả thí nghiệm sóng tràn

Từ kết quả thí nghiệm với mặt cắt đê có kết cấu tường rỗng có mũi hắt giảm sóng với trường hợp sóng vỡ.

Giả thiết mặt cắt có kết cấu tường rỗng có mũi hắt sóng như:

- Mái nghiêng hỗn hợp, áp dụng công thức (1), EurOtop 2018:

$$\frac{q}{\sqrt{g.H_{mo}^3}} = 0,09 \cdot \exp\left(\left[-1,5 \cdot \frac{R_c}{H_{mo}} \cdot \frac{1}{\gamma^*}\right]^{1,3}\right) \quad (1)$$

với $\gamma^* = \exp(-0,56 \cdot \frac{h_{wall}}{R_c})$

- Tường đứng Fanco, áp dụng công thức (2), EurOtop 2018:

$$\frac{q}{\sqrt{g.H_{mo}^3}} = 0,082 \cdot \exp\left(-3 \cdot \frac{R_c}{H_{mo}} \cdot \frac{1}{\gamma_r \cdot \gamma_\beta}\right) \quad (2)$$

với γ_r, γ_β là hệ số triết giảm kết cấu mái và hướng sóng đến

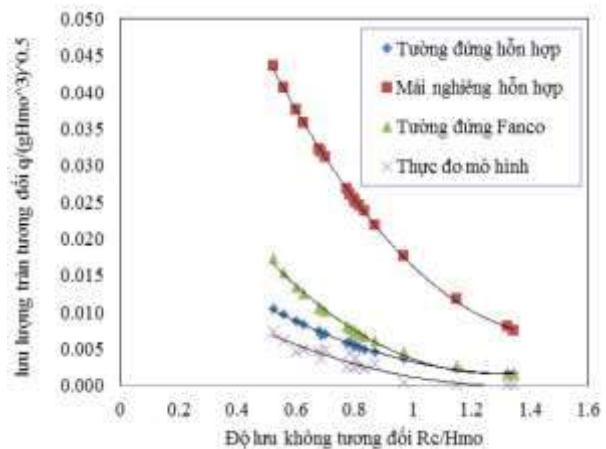
- Tường đứng hỗn hợp, áp dụng công thức (3),

EurOtop 2018:

$$\frac{q}{\sqrt{g.H_{mo}^3}} = 1,3 \left(\frac{d}{h}\right)^{0,5} \cdot 0,011 \left(\frac{H_{mo}}{h \cdot S_{m-1,0}}\right)^{0,5} \cdot \exp\left(-2,2 \cdot \frac{R_c}{H_{mo}}\right) \quad (3)$$

với $\frac{R_c}{H_{mo}} < 1,35$

Kết quả tính toán lý thuyết theo 3 phương pháp và thực đo mô hình, như Hình 3.



Hình 3: Sóng tràn tính toán và thực đo mô hình

Nhìn chung xu thế sóng tràn giảm khi chiều cao đỉnh đê tăng phù hợp với cả 3 phương pháp tính và đo thực mô hình. Xét sự phù hợp phương pháp tính thì mặt cắt tường rỗng có mũi hắt giảm sóng có kết quả tương đồng với tường đứng hỗn hợp hơn. Tuy nhiên, số liệu tính toán đang thiên lớn so với thực đo một khoảng lệch nhất định.

Như vậy, tính toán sóng tràn qua mặt cắt đê biển có kết cấu tường rỗng có mũi hắt sóng có thể sử dụng công thức tường đứng hỗn hợp trong đó có thêm hệ số triết giảm sóng $\gamma^* = \gamma_r \cdot \gamma_\beta \cdot \gamma_T$:

$$\frac{q}{\sqrt{g \cdot H_{mo}^3}} = 1,3 \left(\frac{d}{h}\right)^{0,5} \cdot 0,011 \left(\frac{H_{mo}}{h \cdot S_{m-1,0}}\right)^{0,5} \cdot \exp\left(-2,2 \cdot \frac{R_c}{H_{mo}} \cdot \frac{1}{\gamma^*}\right) \quad (4)$$

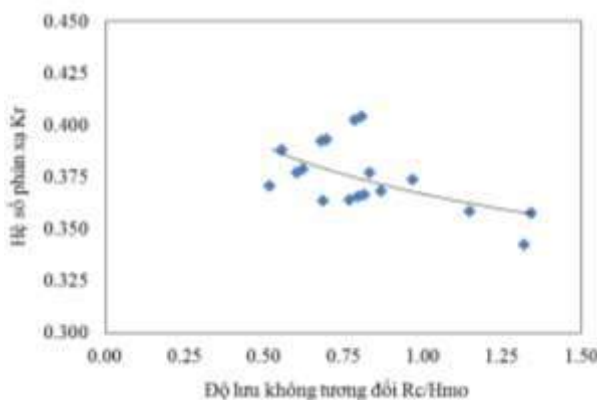
với $\gamma_r, \gamma_\beta, \gamma_T$ là hệ số triết giảm kết cấu, hướng sóng đến, tường mũi hắt sóng.

3.2. Phân tích kết quả thí nghiệm sóng phản xạ

Từ kết quả thí nghiệm với mặt cắt đê có kết cấu tường rỗng có mũi hắt giảm sóng với trường hợp sóng vỡ. Mặt cắt cấu kiện tường rỗng có mũi hắt sóng có hệ số phản xạ sóng K_r nhỏ so với các kết cấu khác, như Bảng 2

Bảng 2: Hệ số phản xạ sóng K_r

Dạng công trình	Hệ số phản xạ
Tường đứng có đỉnh cao hơn mặt nước	0.7~1.0
Tường đứng có đỉnh ngầm	0.5~0.7
Mái nghiêng bằng đá học (độ dốc 1/2 hay 1/3)	0.3~0.6
Mái nghiêng bằng các tường bê tông tiêu tán năng lượng sóng	0.3~0.5
Tường đứng dạng tiêu tán năng lượng sóng	0.3~0.8
Bãi cát tự nhiên	0.05~0.2
Tường rỗng có mũi hắt giảm sóng (KLOORCE)	0.3~0.4



Hình 4: Hệ số sóng phản xạ kết cấu tường KLOORCE

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Một chương trình thí nghiệm mô hình vật lý đã

thực hiện cho kết cấu tường rỗng có mũi hắt sóng (KLOORCE) kết quả thu được:

- Kết cấu KLOORCE có tỷ số tràn tương đối, nhỏ hơn so các kết cấu có cùng độ lưu không tương đối R_c/H_{mo} (Hình 3)

- Kết cấu KLOORCE hệ số phản xạ nhỏ hơn so các kết cấu (Bảng 2).

- Mặt cắt kết cấu tường KLOORCE có chức năng làm việc như tường đứng hỗn hợp. Từ đó, đề xuất công thức (4) có thêm hệ số triết giảm sóng γ^* (trong đó hệ số γ^* bao gồm $\gamma_r, \gamma_\beta, \gamma_T$ là hệ số triết giảm kết cấu, hướng sóng đến, tường mũi hắt sóng). Trên cơ sở đó, cần nghiên cứu tiếp để có thể xác định được công thức thực nghiệm riêng áp dụng trong thiết kế đê biển có kết cấu

tường rỗng có mũi hắt sóng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Thanh Tùng, nnk (2019), “Nghiên cứu chế tạo cấu kiện tường biển có mũi hắt sóng phục vụ xây dựng công trình bảo vệ bờ đảo và bờ các khu đô thị, khu du lịch ven biển”.
- [2] Thiều Quang Tuấn, Đặng Thị Linh (2017), “Tổng quan về các nghiên cứu và phương pháp tính toán sóng tràn qua đê biển”. Tài liệu tham khảo Wadibe, Bộ môn Kỹ thuật công trình biển.
- [3] TAW (2002), “Technical report wave run-up and wave overtopping at dikes, Technical Advisory Committee on water defences, the Netherlands.
- [4] TAW (2003), Leidraad Kunstwerken, B2 Kerende hoogte, Technical Advisory Committee on water defences, the Netherlands.
- [5] Hee Min Teh and Venugopal: “Wave Transformation by a Perforated Free Surface Semicircular Breakwater in Irregular Waves”.
- [6] Mnsard, (1980), The measure of incident and reflected spectra using a least.
- [7] EurOtop (2018), Manual on wave overtopping of sea defences and related structures.