

# GIẢI PHÁP KẾT CẤU ĐẢM BẢO ỔN ĐỊNH CHO HỆ THỐNG KẾT CẤU TƯỜNG CÓ LỖ RỔNG NHẪM GIẢM SÓNG TRÀN LÊN ĐẢO CÓ THÊM TRƯỚC ĐỐC LỚN

Nguyễn Văn Báu<sup>a,\*</sup>, Lương Cao Linh<sup>a</sup>, Đỗ Thành Long<sup>a</sup>, Nguyễn Trung Dũng<sup>a</sup>, Hồ Đức Đạt<sup>a</sup>,  
Nguyễn Quang Tạo<sup>a</sup>, Bùi Thế Anh<sup>a</sup>, Đinh Quang Cường<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Khoa Xây dựng Công trình biển và Dầu khí, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,  
55 đường Giải Phóng, phường Bạch Mai, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 26/02/2025, Sửa xong 05/01/2026, Chấp nhận đăng 28/01/2026

## Tóm tắt

Thí nghiệm trên mô hình vật lý đã khẳng định hiệu quả giảm sóng tràn khi đặt một tấm có lỗ rỗng phía trước tường kê bờ đảo có thêm trước đốc lớn một khoảng cách phù hợp. Tuy nhiên việc ứng dụng kết quả nghiên cứu trên mô hình vật lý vào thực tế gặp khó khăn trong việc đảm bảo ổn định cho kết cấu tường có lỗ rỗng. Bài báo này đề xuất và lựa chọn giải pháp kết cấu phù hợp để đỡ hệ thống tường có lỗ rỗng nhằm giảm sóng tràn qua tường kê lên đảo có thêm trước đốc lớn, để đảm bảo an toàn khi khai thác, vận hành hệ thống hạ tầng ven các đảo mới tôn tạo. Các kết quả tính toán kiểm tra ổn định của hệ thống kết cấu đỡ và các tường có lỗ rỗng trong điều kiện thực tế đã minh chứng tính khả thi của giải pháp kết cấu mới mà bài báo đề xuất.

*Từ khóa:* giải pháp kết cấu; ổn định; tường có lỗ rỗng; giảm sóng tràn; đảo có thêm trước đốc lớn.

## STRUCTURAL SOLUTION STABILITY OF POROUS WALL STRUCTURE SYSTEM FOR WAVE OVERTOPPING REDUCTION ON FRINGING REEFS

### Abstract

Experiments on physical models have confirmed the effectiveness of reducing wave overtopping by placing a porous panel in front of the seawall on fringing reefs at a suitable distance. However, applying the results of the physical model research to real-life situations faces challenges in ensuring stability for the porous walls. This paper proposes and selects a suitable structural solution to support the porous wall system in order to reduce wave overtopping over the seawall on fringing reefs, ensuring safety during the operation of infrastructure systems along newly reclaimed islands. The results of stability calculations of the supporting structural system and the porous walls under real conditions have demonstrated the feasibility of the new structural solution proposed in this paper.

*Keywords:* structural solution; stability; porous wall; wave overtopping reduction; fringing reefs.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce2026-20\(1V\)-04](https://doi.org/10.31814/stce.huce2026-20(1V)-04) © 2026 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

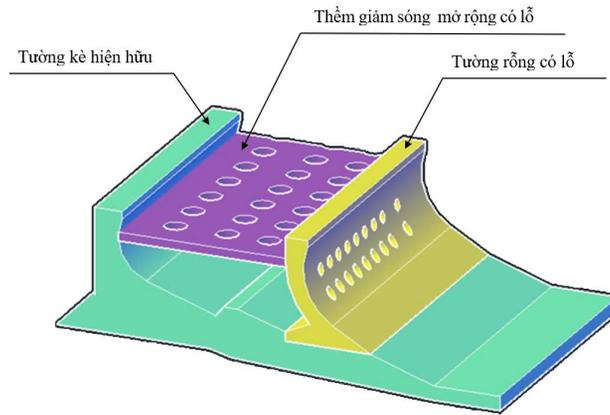
## 1. Giới thiệu chung

Hiện nay ở Việt Nam đang phát triển, tôn tạo nhiều đảo ngoài khơi xa. Hầu hết các đảo mới tôn tạo đều có hình dạng như được chỉ ra ở Hình 1 [1], mặt cắt ngang điển hình địa hình của đảo như được chỉ ra ở Hình 2 [2]. Sau khi tôn tạo hầu hết các đảo đều xuất hiện sóng tràn với lưu lượng lớn gây phá hủy và làm ảnh hưởng đến việc khai thác các hạ tầng ven đảo. Đã có nhiều nghiên cứu về lan truyền sóng lên thêm các đảo mới tôn tạo [2, 3] và nhiều nghiên cứu ở Việt Nam cũng như trên thế giới có thể áp dụng giảm sóng tràn lên đảo [4–12]; tuy nhiên các nghiên cứu trên đây chỉ có thể ứng dụng hiệu quả cho thêm phía Tây-Bắc của các đảo mới tôn tạo còn ở các hướng còn lại thì không đạt được các hiệu quả mong muốn.

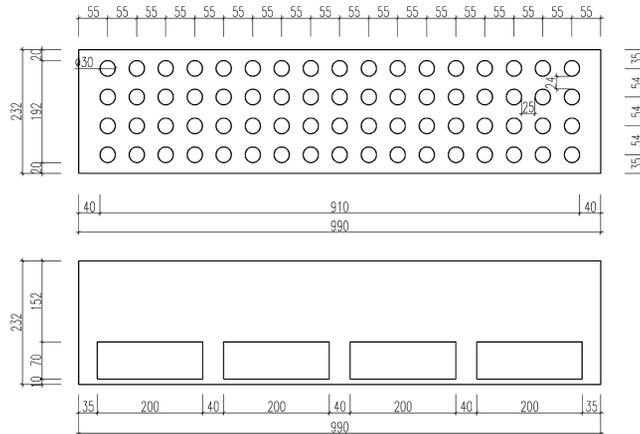
Nhóm tác giả của bài báo này đã đề xuất giải pháp kết cấu giảm sóng tràn cho các vùng có thêm nông hẹp của đảo mới tôn tạo, bằng cách dùng một tường có lỗ rỗng kết hợp với việc mở rộng thêm giảm sóng, như được chỉ ra ở Hình 3. Tường chắn có lỗ rỗng, như được chỉ ra ở Hình 4. Độ rộng của thêm giảm sóng (khoảng cách giữa kê hiện hữu và tường có lỗ) và quy mô của các lỗ rỗng của thêm

\*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: [baunv@huce.edu.vn](mailto:baunv@huce.edu.vn) (Báu, N. V.)





Hình 3. Giải pháp đề xuất giảm sóng tràn



Hình 4. Tường chắn có lỗ rỗng hình tròn và hình chữ nhật, đơn vị mm



Hình 5. Thí nghiệm vật lý giảm sóng tràn dùng tấm có lỗ rỗng

## 2. Đề xuất giải pháp kết cấu đảm bảo ổn định cho tường lỗ rỗng nhằm giảm sóng tràn qua tường kê đảo có thêm trước dốc lớn

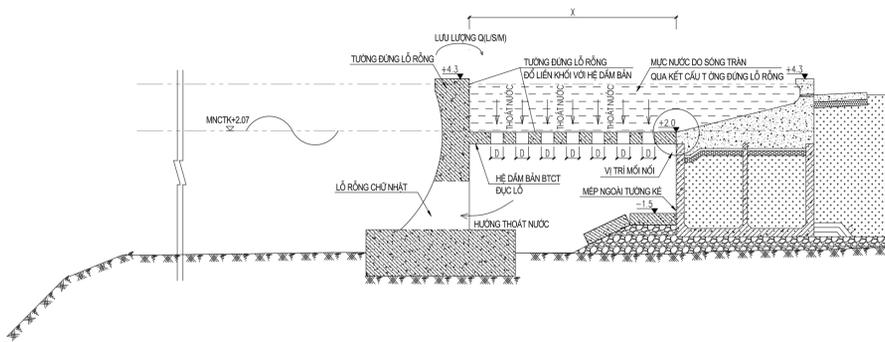
Dựa trên kết quả từ thí nghiệm mô hình vật lý [13] đã được thực hiện để đánh giá hiệu quả giảm sóng tràn của tường lỗ rỗng qua đảo có thêm trước dốc lớn, nhóm tác giả đề xuất 02 giải pháp kết cấu nhằm giữ ổn định cho tường rỗng có lỗ bao gồm:

Giải pháp 1: Giải pháp kết cấu không tự đứng: Xây dựng tường đứng có lỗ rỗng tại vị trí nghiên

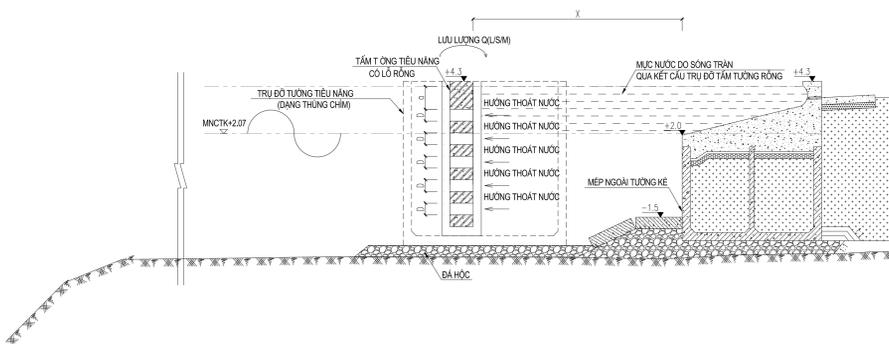
cứu và đảm bảo ổn định cho tường giảm sóng có lỗ bằng một kết cấu nổi tường đứng với kè hiện hữu, như được chỉ ra ở Hình 6.

**Giải pháp 2: Giải pháp kết cấu tự đứng:** Xây dựng một hệ thống trụ đỡ trọng lực, có cấu tạo các rãnh để lắp ghép các tường giảm sóng có lỗ rỗng, tạo thành một tường tự đứng kiểu trọng lực, như được chỉ ra ở Hình 7.

Cả hai giải pháp đề xuất trên đây đều đảm bảo được hiệu quả giảm sóng tràn lên đảo theo kết quả nghiên cứu dựa trên thí nghiệm mô hình vật lý. Tuy nhiên giải pháp 1 rất khó khả thi về khả năng thi công hệ thống kết cấu tường chắn và tấm nổi tường chắn với kè hiện hữu. Trên thực tế, nếu dùng giải pháp 1 và dùng kết cấu bê tông để xây dựng hệ thống thì chỉ có hai phương pháp thi công đang được sử dụng, đó là thi công đổ bê tông tại chỗ hoặc thi công lắp ghép [14–16]. Cả hai phương pháp thi công này đều rất khó khả thi cho giải pháp kết cấu 1 bởi vì việc thi công tại chỗ, đổ bê tông cốt thép dưới nước trong điều kiện sóng lớn ven đảo không khả thi và không đảm bảo được chất lượng bê tông [1, 2, 16]. Việc lắp ghép khả thi về giải pháp thi công nhưng không khả thi về giải pháp kết cấu mối nối giữa tường chắn với tấm nổi và giữa tấm nổi với kè hiện hữu, vì kè hiện hữu là kết cấu bê tông không có cốt thép. Giải pháp 2 khả thi khi dùng phương pháp lắp ghép, tuy nhiên việc giữ ổn định của hệ thống trụ đỡ trọng lực và tường chắn để tự đứng cần được đảm bảo. Các kết quả nghiên cứu ở mục 3 dưới đây sẽ minh chứng sự tồn tại ổn định của hệ thống kết cấu đề xuất theo giải pháp kết cấu 2.



Hình 6. Giải pháp kết cấu không tự đứng, đơn vị cao độ: m



Hình 7. Giải pháp kết cấu tự đứng, đơn vị cao độ: m

### 3. Nghiên cứu ứng dụng

#### 3.1. Số liệu đầu vào để nghiên cứu ứng dụng

Tham số vật liệu đầu vào và tham số sóng tính toán đầu vào áp dụng cho vùng biển hở đối với đảo nổi xa bờ [13], theo Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1. Tham số vật liệu đầu vào

Tham số đầu vào	$g$ (m/s <sup>2</sup> )	$\gamma_{bt}$ (T/m <sup>3</sup> )	$\gamma_o$ (T/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (T/m <sup>3</sup> )
Giá trị	9,81	2,50	1,025	1,8

Tham số mực nước:

- Mực nước cao thiết kế (MNCTK, P = 1%): +2,07 m (HĐ);
- Mực nước thấp thiết kế (MNTTK, P = 98%): +0,3 m (HĐ);
- Mực nước trung bình (MNTB, P = 50%): +1,34 m (HĐ).

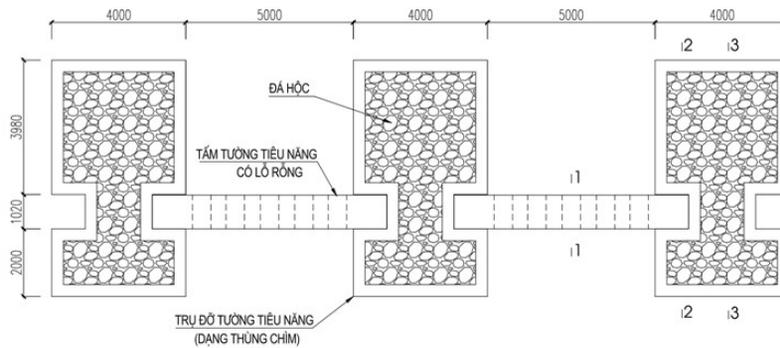
Bảng 2. Tham số sóng tính toán đầu vào [13]

Tham số	$\eta^*$ (m)	$H_D$ (m)	$T_{m-1,0}$ (s)	$\beta$ (độ)	$h$ (m)	$h_b$ (m)	$h'$ (m)	$L$ (m)	$d$ (m)
Giá trị	3,8	2,50	7,3	0	4,77	4,77	4,77	195,0	4,77

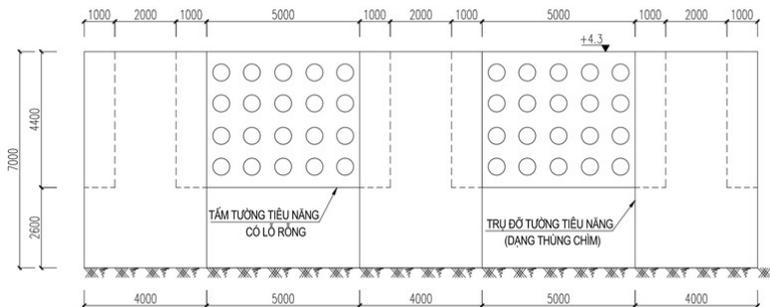
trong đó:  $\gamma_{bt}$  là trọng lượng riêng của bê tông, T/m<sup>3</sup>;  $\gamma_d$  là trọng lượng riêng của đá đổ, T/m<sup>3</sup>; các tham số khác ở Bảng 1 và Bảng 2 được định nghĩa ở mục 3.3 của bài báo này.

### 3.2. Cấu tạo hệ thống trụ đỡ trọng lực và tường đứng có lỗ

Để đảm bảo các yêu cầu về mặt kỹ thuật, nhóm tác giả đề xuất cấu tạo hệ thống tường đứng có lỗ rỗng và các trụ đỡ trọng lực, như được chỉ ra ở Hình 8 và Hình 9.

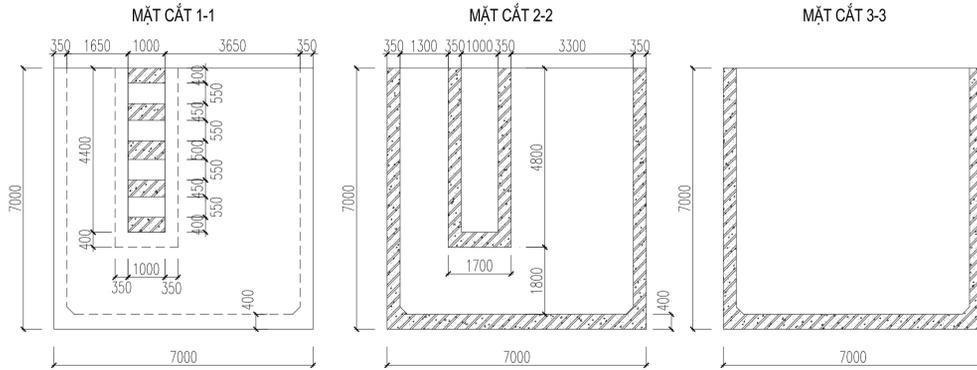


(a) Mặt bằng kết cấu trụ đỡ tường rỗng

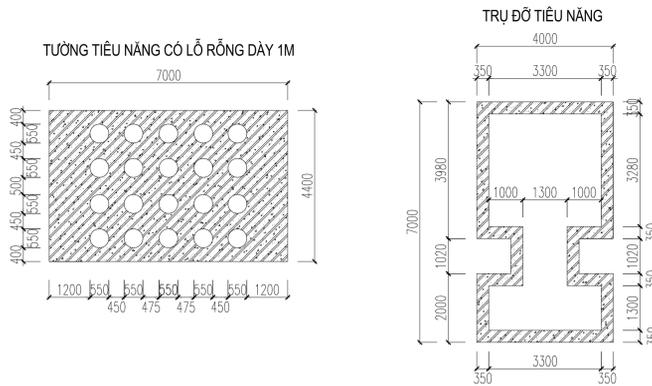


(b) Mặt đứng kết cấu trụ đỡ tường rỗng

Hình 8. Kết cấu trụ đỡ tường rỗng, đơn vị kích thước: mm, đơn vị cao độ: m



(a) Các mặt cắt kết cấu trụ đỡ tường rỗng theo Hình 8



(b) Hình ảnh tường tiêu năng có lỗ rỗng và trụ đỡ tiêu năng

Hình 9. Kích thước trụ đỡ và tấm tường lỗ rỗng, đơn vị kích thước: mm

Kết cấu tường rỗng và kết cấu trụ đỡ làm bằng bê tông cốt thép. Dựa vào các số liệu ở mục 3.1, xác định được cao trình đỉnh bằng cao trình đỉnh tường kê trên đảo (+4,3 m hệ Hải đồ). Kích thước của tấm tường rỗng: dài 7 m, cao 4,4 m, dày 1 m, có các lỗ tiêu sóng với phương án kích thước lỗ tròn đường kính 0,55 m, khoảng cách từ tim đến tim các lỗ là 1 m. Trụ đỡ tường bê tông cốt thép dạng thùng chìm có kích thước 7×4×7 m, chiều dày thành 0,35 m, chiều dày bản đáy 0,4 m, bên trong trụ đỡ có sử dụng đá đổ đến cao trình đỉnh của trụ đỡ, khoảng cách từ tấm tường rỗng tiêu năng đến mép ngoài tường kê khoảng  $x = 9$  m (ứng dụng từ thí nghiệm mô hình vật lý) để đảm bảo yêu cầu về việc thoát nước và các yêu cầu kỹ thuật khác.

### 3.3. Tải trọng sóng lên kết cấu tường rỗng và trụ đỡ

Tải trọng sóng tác động lên kết cấu trụ đỡ và kết cấu tường đứng có lỗ được tính theo [17] với các công thức được tóm tắt dưới đây:

$$\eta^* = 0,75(1 + \cos \beta)\lambda_1 H_D \quad (1)$$

$$P_1 = 0,5(1 + \cos \beta)(\alpha_1 \lambda_1 + \alpha_2 \lambda_2 \cos^2 \beta)\gamma_0 g H_D \quad (2)$$

$$P_2 = \frac{P_1}{\cosh(2\pi h/L)} \quad (3)$$

$$P_3 = \alpha_3 P_1 \quad (4)$$

$$P_4 = \alpha_4 P_1 \quad (5)$$

$$P_u = 0,5(1 + \cos \beta) \alpha_1 \alpha_3 \lambda_3 \gamma_0 g H_D \quad (6)$$

trong đó:  $\eta^*$  là chiều cao phía trên mực nước tĩnh mà tại đó áp lực sóng bằng 0 (m);  $P_1$  là áp lực sóng tới tại mực nước tĩnh, kN/m<sup>2</sup>;  $P_2$  là áp lực sóng tới tại đáy, kN/m<sup>2</sup>;  $P_3$  là áp lực sóng tới ở chân tường đứng, kN/m<sup>2</sup>;  $P_4$  là áp lực sóng tới tại đỉnh tường đứng, kN/m<sup>2</sup>;  $P_u$  là áp lực đẩy nổi do sóng tác động vào chân tường đứng, kN/m<sup>2</sup>;  $\gamma_0$  là trọng lượng riêng nước biển, T/m<sup>3</sup>;  $g$  là gia tốc trọng trường, m/s<sup>2</sup>;  $\beta$  là góc giữa đường pháp tuyến của tường đứng với hướng sóng tới, độ;  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  là các hệ số hiệu chỉnh áp lực sóng tới, đối với kết cấu tường đặc thì  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = 1$ ;  $h_c$  là chiều cao lưu không, m;  $H_D$  là chiều cao sóng dùng trong tính toán, m;

$$\alpha_1 = 0,6 + \frac{1}{2} \left\{ \frac{4\pi h/L}{\sinh(4\pi h/L)} \right\}^2 \quad (7)$$

$$\alpha_2 = \min \left\{ \left( \frac{h_b - d}{3h_b} \right) \left( \frac{H_D}{d} \right)^2, \frac{2d}{H_D} \right\} \quad (8)$$

$$\alpha_3 = 1 - \frac{h'}{h} \left[ 1 - \frac{1}{\cosh(2\pi h/L)} \right] \quad (9)$$

$$\alpha_4 = 1 - \frac{h_c^*}{\eta^*} \quad (10)$$

$$h_c^* = \min(\eta^*, h_c) \quad (11)$$

trong đó:  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$  là các hệ số,  $h'$  là độ sâu mực nước tại chân tường đứng, m;  $h$  là độ sâu mực nước trước công trình, m;  $d$  là độ sâu mực nước tại chân tường đứng có lớp phủ, m;  $h_c$  là độ sâu nước tại vị trí cách tường đứng một khoảng 5 lần chiều cao sóng ý nghĩa, m;  $L$  là chiều dài sóng với độ sâu nước  $h$  dùng trong tính toán,  $h_c^*$  là giá trị nhỏ hơn giữa chiều cao phía trên mực nước tĩnh  $\eta^*$  và độ sâu nước tại vị trí cách tường đứng một khoảng 5 lần chiều cao sóng có ý nghĩa.

$$L = \frac{gT_{m-1,0}^2}{2\pi} \quad (12)$$

trong đó:  $T_{m-1,0}$  là chu kỳ sóng tới trước công trình, s.

Đối với kết cấu tường có lỗ thì  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  được xác định theo công thức của Tanimoto và nnk [18].

$$\lambda_1 = \lambda_3 = 1 \quad \text{nếu} \quad \frac{h}{d} \leq 0,3 \quad (13)$$

$$\lambda_1 = \lambda_3 = 1,2 - \frac{2}{3} \frac{h}{d} \quad \text{nếu} \quad 0,3 < \frac{h}{d} < 0,6 \quad (14)$$

$$\lambda_1 = \lambda_3 = 0,8 \quad \text{nếu} \quad \frac{h}{d} \geq 0,6 \quad (15)$$

$$\lambda_2 = 0 \quad (16)$$

Áp dụng các công thức trên từ (1)–(16) cho kết cấu tường rỗng và trụ đỡ có kích thước như ở mục 3.2 của bài báo này, với các tham số đầu vào như mục 3.1, ta được các kết quả đầu ra theo Bảng 3 và Bảng 4 và các sơ đồ tải trọng, như được chỉ ra ở Hình 10.

Bảng 3. Tham số tính toán áp lực sóng đầu ra lên kết cấu trụ đỡ tường rỗng

Tham số đầu ra	Trụ đỡ							Tường rỗng						
	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$P_1$ (T/m <sup>2</sup> )	$P_3$ (T/m <sup>2</sup> )	$P_4$ (T/m <sup>2</sup> )	$P_u$ (T/m <sup>2</sup> )	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$P_1$ (T/m <sup>2</sup> )	$P_3$ (T/m <sup>2</sup> )	$P_4$ (T/m <sup>2</sup> )	$P_u$ (T/m <sup>2</sup> )
Giá trị	1	1	1	2,78	2,75	1,13	2,75	0,8	0	0,8	2,22	2,20	0,90	2,20

Bảng 4. Tham số tính toán tải trọng đầu ra

STT	Loại tải trọng	Lực (T)	Mô men (T.m)
1	Tải trọng bản thân kết cấu tường rỗng trụ đỡ		
1.1	Trọng lượng trụ đỡ bê tông cốt thép	166,17	581,58
1.2	Trọng lượng tường rỗng	65,12	227,92
2	Trọng lượng đá đổ lên bản đáy	217,26	760,42
3	Lực đẩy nổi tác dụng lên kết cấu trụ đỡ tường rỗng		
3.1	Lực đẩy nổi lên kết cấu trụ đỡ	136,9	479,15
3.2	Lực đẩy nổi lên tường rỗng	8,69	39,09
4	Tải trọng của sóng		
4.1	Tải trọng ngang của sóng tác dụng lên trụ đỡ	70,15	225,78
4.2	Tải trọng ngang của sóng tác dụng lên tường rỗng	41,41	188,54
4.3	Tải trọng sóng tác dụng lên trụ đỡ theo phương đứng	38,46	179,49
4.4	Tải trọng sóng tác dụng lên tường rỗng theo phương đứng	5,49	25,64

### 3.4. Kiểm tra ổn định của hệ thống kết cấu tường rỗng có trụ đỡ

Kiểm tra ổn định trượt của kết cấu tường rỗng trụ đỡ có đá đổ theo [19] như sau:

$$VT = n_c n m_d P \leq \frac{m G f}{k_t} = VP \quad (17)$$

trong đó:  $n_c$  là hệ số tổ hợp tải trọng;  $n$  là hệ số vượt tải;  $k_t$  là hệ số độ tin cậy phụ thuộc vào cấp công trình;  $m$  là hệ số điều kiện làm việc;  $m_d$  là hệ số phụ thuộc điều kiện làm việc;  $f$  là hệ số ma sát theo mặt tính toán, phụ thuộc vật liệu của hai mặt tiếp xúc;  $G$  là hợp lực theo phương thẳng đứng tác dụng lên đáy hệ kết cấu tường rỗng trụ đỡ;  $P$  là hợp lực theo phương ngang tác dụng lên đáy hệ kết cấu tường rỗng trụ đỡ. Ta được bảng tổng hợp theo Bảng 5.

Bảng 5. Kiểm tra ổn định trượt của hệ thống kết cấu tường rỗng có trụ đỡ

Tham số	$n_c$	$n$	$k_t$	$m$	$m_d$	$f$	$P$ (T)	$G$ (T)	VT	VP	Kết quả
Giá trị	0,9	1,25	1,3	1,15	0,95	0,6	111,5	259	119,2	137,5	Đạt

Kết luận: Với cấu tạo như được chỉ ra ở Hình 8 và Hình 9, hệ thống kết cấu trụ đỡ tường rỗng đảm bảo ổn định trượt. Kiểm tra ổn định lật của kết cấu tường rỗng trụ đỡ có đá đổ theo [19] như sau:

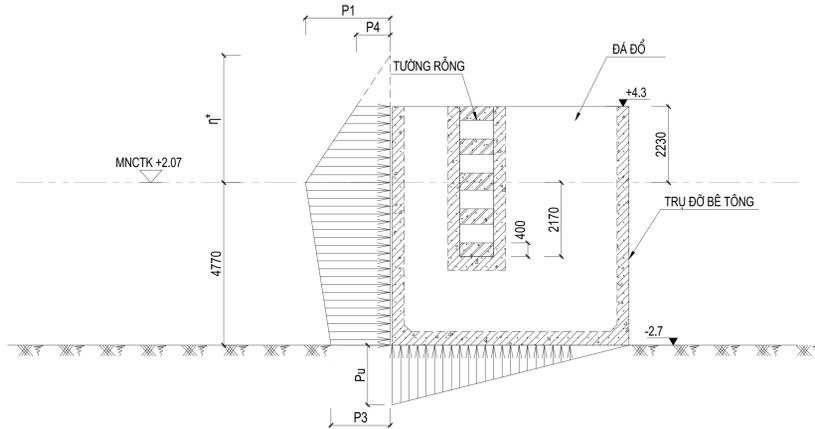
$$VC = n_c n m_d M_L \leq \frac{m M_G}{k_l} = VP \quad (18)$$

trong đó:  $k_l$  là hệ số độ tin cậy phụ thuộc vào cấp công trình;  $M_G$  là mô men ổn định chống lật đối với kết cấu tường rỗng trụ đỡ;  $M_L$  là mô men gây lật đối với kết cấu tường rỗng trụ đỡ. Ta được bảng tổng hợp theo Bảng 6.

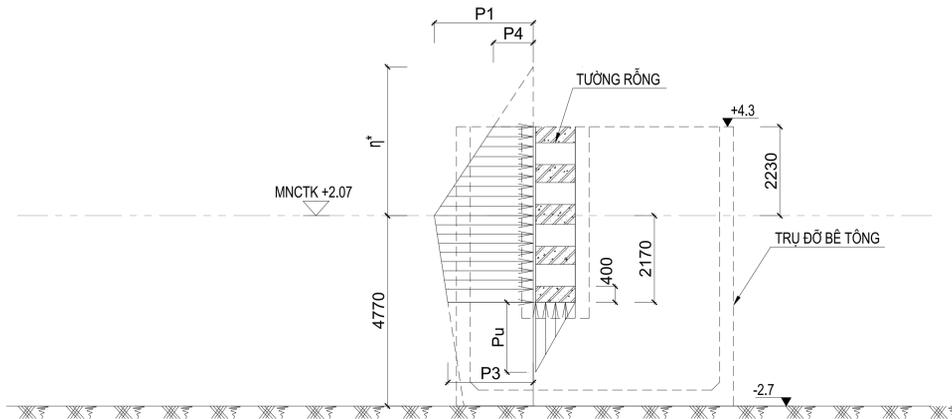
Bảng 6. Kiểm tra ổn định lật hệ thống kết cấu tường rỗng có trụ đỡ

Tham số	$n_c$	$n$	$k_l$	$m$	$m_d$	$M_L$ (T.m)	$M_G$ (T.m)	VT	VP	Kết quả
Giá trị	0,9	1,25	1,55	1,20	0,95	619,4	1051,7	662,03	814,2	Đạt

Kết luận: Với cấu tạo như được chỉ ra ở Hình 8 và Hình 9, hệ thống kết cấu trụ đỡ tường rỗng đảm bảo ổn định lật.



(a) Tải trọng sóng lên kết cấu trụ đỡ



(b) Tải trọng sóng lên tường có lỗ

Hình 10. Sơ đồ tải trọng sóng lên kết cấu trụ đỡ và tường rỗng, đơn vị kích thước: mm, đơn vị cao độ: m

#### 4. Kết luận

Bài báo này đề xuất giải pháp kết cấu dùng các thùng trọng lực đỡ các tường có lỗ rỗng để đảm bảo ổn định cho hệ thống kết cấu tường có lỗ rỗng, nhằm giảm sóng tràn qua tường kê lên đảo có thêm trước dốc lớn, dựa trên các kết quả thí nghiệm trên mô hình vật lý đã được thực hiện.

Các kết quả tính toán của bài báo này cho thấy giải pháp dùng hệ thống trụ đỡ và tường đứng có lỗ hoàn toàn đảm bảo tự đứng, ổn định theo các tiêu chuẩn. Từ đó hoàn toàn có thể chuyển giao để ứng dụng vào thực tế nhằm giảm sóng tràn cho các đảo mới tôn tạo của Việt Nam có địa hình và điều kiện thủy văn tương tự với điều kiện nghiên cứu của bài báo này.

## Tài liệu tham khảo

- [1] Cường, Đ. Q. (2020). *Nghiên cứu chống ăn mòn và xây dựng quy phạm, tiêu chuẩn thiết kế; xây dựng quy trình khảo sát, duy tu bảo dưỡng các công trình quốc phòng tại vùng DKI và Trường Sa*. Báo cáo tổng kết đề tài Khoa học và Công nghệ cấp Nhà nước, mã số ĐTB 11.4 – GD2, thuộc Dự án ĐTB 11 – GD2, Việt Nam.
- [2] Cường, Đ. Q. (2011). *Nghiên cứu cơ sở khoa học để xây dựng quy phạm, tiêu chuẩn thiết kế; xây dựng quy trình khảo sát, duy tu bảo dưỡng các công trình quốc phòng tại vùng DKI và Trường Sa*. Báo cáo tổng kết đề tài Khoa học và Công nghệ cấp Nhà nước, mã số ĐTB 11.4, Việt Nam.
- [3] Dat, H. D., Tao, N. Q., Dung, N. T., Van Bau, N., Tri, M. C., Cuong, D. Q. (2025). [A laboratory experiment of wave overtopping over dike on steep fringing reef](#). *Journal of Applied Science and Engineering*, 28(7): 1493–1502.
- [4] Thìn, N. V. (2014). *Nghiên cứu sóng tràn qua đê biển có tường đỉnh ở Bắc Bộ*. Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Thủy lợi.
- [5] Tuấn, T. Q. (2018). *Nghiên cứu hiệu quả giảm sóng của đê kết cấu rồng trên mô hình máng sóng*. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, 49:1–8.
- [6] Anh, P. L. (2021). [Influence of reef flat submergence on infra-gravity wave energy and resonance over the fringing reef](#). *Transport and Communications Science Journal*, 72(1):16–24.
- [7] Trung, L. H., Tuấn, N. V., Tùng, T. T., Linh, Đ. T., Duy, N. T., Dương, B. (2021). [Thí nghiệm đánh giá khả năng giảm sóng của cấu kiện bê tông rồng](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCNXD) - ĐHXD*, 15(3V):44–54.
- [8] Tuan, T. Q., Luan, M. T., Cuong, L. N. (2022). [Laboratory study of wave damping by porous breakwaters on mangrove mudflats in the Mekong River Delta](#). *Ocean Engineering*, 258:111846.
- [9] Thúy, P. T. (2023). *Hiệu quả giảm sóng của các sơ đồ bố trí Reef Ball trên thềm đảo nổi xa bờ*. Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Thủy lợi.
- [10] Technical Advisory Committee on Flood Defence (TAW) (2002). [Wave Run-up and Wave Overtopping at Dikes](#). The Netherlands.
- [11] Van der Meer, J. W., Allsop, N. W. H., Bruce, T., De Rouck, J., Kortenhaus, A., Pullen, T., Schüttrumpf, H., Troch, P., Zanuttigh, B. (2018). [EurOtop – Manual on wave overtopping of sea defences and related structures: An overtopping manual largely based on European research, but for worldwide application](#). Second edition.
- [12] Jonker, R., AlYousif, A., Hofland, B., Antonini, A., Zoon, A., Smith, G. (2024). [OpenFOAM design sensitivity analysis on a homogeneous low-crested structure with concrete elements seaward of a vertical seawall to reduce overtopping](#). *Ocean Engineering*, 300:117423.
- [13] Cường, Đ. Q. (2024). *Nghiên cứu ứng dụng các giải pháp công nghệ để phát triển xây dựng công trình phù hợp điều kiện môi trường trên và ven các đảo thuộc Trường Sa và DKI*. Báo cáo tổng kết đề tài Khoa học và Công nghệ cấp Nhà nước, mã số ĐTB 11.4 – GD3, thuộc Dự án ĐTB 11 – GD3, Việt Nam.
- [14] Cường, Đ. Q. (2016). *Thiết kế công trình biển trọng lực bê tông*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [15] Cường, Đ. Q. (2016). *Công nghiệp dầu khí và quy hoạch công trình biển*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [16] Cường, Đ. Q. (2018). *Thi công công trình biển trọng lực bê tông*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [17] Goda, Y. (1973). *A new method of wave pressure calculation for the design of composite breakwaters*. *Report of the Port and Harbour Research Institute*, 12(3):31–69.
- [18] Tanimoto, K., Takahashi, S. (1994). [Design and construction of caisson breakwaters – the Japanese experience](#). *Coastal Engineering*, 22(1–2):57–77.
- [19] 22TCN 207-92 (1992). *Tiêu chuẩn thiết kế bến cảng biển*. Bộ Giao thông Vận tải, Hà Nội.