

## **HIỆU QUẢ GIẢM SÓNG CỦA CÁC SƠ ĐỒ BỐ TRÍ REEF BALL TRÊN THỀM ĐẢO NỔI XA BỜ**

**Phạm Thị Thúy<sup>1</sup>, Lê Hải Trung<sup>1</sup>, Nguyễn Mạnh Linh<sup>2</sup>**

**Tóm tắt:** Bài báo nghiên cứu hiệu quả giảm sóng của các sơ đồ bố trí khối Reef Ball đặt trên thềm đảo nổi xa bờ ở Biển Đông. Trong bể sóng, thí nghiệm mô hình vật lý được thực hiện với ba phương án bố trí không gian gồm: PA1 - ba đoạn đê trên cùng một tuyến song song với bờ đảo, PA2 - như PA1 và thêm hai đoạn đê so le phía trong, PA3 - như PA2 và thêm hai đoạn đê vuông góc với bờ đảo ở đầu và cuối tuyến. Đo đạc đã làm rõ tác dụng giảm sóng đáng kể của khối RB. Xét tổng quát thì sơ đồ PA3 có tác dụng giảm sóng tốt nhất trong phạm vi bố trí.

**Từ khóa:** giảm sóng, đảo nổi, bố trí không gian, Reef Ball

### **1. MỞ ĐẦU**

Biển Đông Việt Nam có các quần đảo, bao gồm nhiều đảo nổi và đảo chìm. Đặc biệt, đảo nổi là đảo luôn có một bộ phận nổi trên mực nước biển, kể cả khi thủy triều lên cao nhất. Phần luôn nổi trên mặt nước là lõi đảo với diện tích không lớn (khoảng vài hecta), xung quanh là thềm san hô với diện tích thường rộng hơn nhiều lần (từ vài chục đến vài trăm lần diện tích lõi đảo). Phía ngoài thềm san hô là vách san hô dốc đứng, ăn xuống biển.

Một số đảo nổi có bãi cát bồi tụ tự nhiên xung quanh với diện tích không hề nhỏ so với mặt bằng đảo. Hoàn cảnh “tác đất nghìn tác vàng” đặt ra yêu cầu cấp bách về giải pháp thúc đẩy quá trình bồi tụ, giữ lại tối đa lượng cát mới phát sinh ở những vị trí phù hợp, từng bước bồi đắp mở rộng diện tích đảo. Nhiều dự án được tiến hành ở Mỹ, Úc, Indonesia đã gợi mở khả năng áp dụng khối Reef Ball (RB) trong các giải pháp bảo vệ, tôn tạo và mở rộng bãi đảo nổi xa bờ ở Biển Đông.

Một số nghiên cứu gần đây đã được thực hiện và từng bước làm rõ những yêu cầu về mặt kỹ thuật trong thiết kế, thi công khối RB trên thềm đảo nổi. Ba nội dung chủ yếu gồm điều kiện biên hải văn, thiết kế kết cấu và đánh giá hiệu quả giảm sóng qua các khối RB.

Đặc trưng sóng, dòng chảy ở đảo nổi xa bờ ở

Biển Đông đã được đo đạc khảo sát trong hai mùa gió (Nguyễn Quang Chiến & Lê Hải Trung, 2016). Tiếp đó, hai tác giả xác định những điều kiện thủy động lực phục vụ bố trí không gian bãi đảo và giải pháp chỉnh trị tôn tạo đảo (Nguyễn Quang Chiến & Lê Hải Trung, 2019).

Nghiên cứu quá trình vận chuyển trầm tích theo hai mùa gió chính thịnh hành bằng mô hình toán đã chỉ ra nguyên nhân và cơ chế bồi xói trầm tích khu vực đảo nghiên cứu (Phạm Thị Thúy & nnk, 2018). Một số sơ đồ xếp khối RB có dạng mô hàn, đê chắn sóng và đê quay tạo dạng vịnh kín gần với bờ đảo được nghiên cứu đề xuất (Lê Hải Trung, 2017), các giải pháp này được thiết kế nhằm giảm năng lượng sóng, dòng chảy và tác động vào quá trình vận chuyển trầm tích quanh đảo, giúp tăng khả năng bồi tụ ở vùng lạng sóng. Khối RB được tính toán về mặt kết cấu nhằm đảm bảo yêu cầu làm việc ổn định trong điều kiện hải văn trên các đảo nổi (Bùi Thị Kim Khánh & nnk, 2017). Tiếp đó, hiệu quả giảm sóng qua khối RB được mô phỏng và đánh giá thông qua mô hình toán (Bùi Thị Kim Khánh & nnk, 2018);

Trong mảng sóng, thí nghiệm đã được thực hiện nhằm xác định ảnh hưởng của vị trí tới hiệu quả giảm sóng của các cụm RB trên thềm đảo nổi (Phạm Thị Thúy & nnk, 2018). Kết quả cho thấy công trình giảm sóng hiệu quả nhất khi tuyến bố trí cách bờ đảo 100m.

Những công bố trên đây đã tập trung xác định các đặc trưng hải văn, thiết kế kết cấu khối RB, vị

---

<sup>1</sup> Khoa Công trình - Trường Đại học Thủy lợi

<sup>2</sup> Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sóng biển - Viện KHTL

trí làm việc hiệu quả của cụm RB theo phương truyền sóng... Để tiếp nối, bài báo này nhằm nghiên cứu xem xét một cách tổng thể ảnh hưởng của bố trí không gian các khối RB tới trường sóng, đặc biệt là tác dụng giảm sóng trên thềm đảo. Một loạt thí nghiệm mô hình vật lý tỷ lệ nhỏ đã được tiến hành trong bể sóng. Ba phương án bố trí không gian khối RB trên thềm đảo gồm PA1- ba đoạn đê trên cùng một tuyến song song với bờ đảo, PA2- như PA1 và thêm hai đoạn đê so le phía trong, PA3- như PA2 và thêm hai đoạn đê vuông góc với bờ đảo ở đầu và cuối tuyến. Với mục đích làm cơ sở tin cậy cho việc lựa chọn giải pháp tối ưu để tôn tạo và chống xói lở các đảo nổi, phù hợp với điều kiện thi công, điều kiện tác chiến, phòng thủ trên đảo nổi thì việc xem xét, đánh giá hiệu quả giảm sóng tại các điểm khác nhau trong không gian cũng như đánh giá hiệu quả giảm sóng tổng hợp của các phương án bố trí RB là quan trọng và hết sức cần thiết.

## 2. THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH TRONG BỂ SÓNG

### 2.1 Bể sóng thí nghiệm và tỉ lệ mô hình

#### Bể sóng thí nghiệm

Thí nghiệm được thực hiện trong bể sóng tại Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Động lực học sóng biển, Viện Khoa học Thủy lợi Việt

Nam. Bể có kích thước tổng thể  $L \times B \times H = 40\text{m} \times 25\text{m} \times 1\text{m}$ . Chuyển động của bản tạo sóng có dạng tịnh tiến sử dụng piston điện do DHI - Đan Mạch thiết kế, và được điều khiển bằng chương trình Wave Synthesizer. Sóng tạo ra là sóng đều hay sóng ngẫu nhiên theo dạng phổ Jonwap, Moskowitz. Chiều sâu nước tối đa trước máy tạo sóng là 0,7 m với chiều cao sóng lớn nhất là  $H_{\max} = 0,4\text{m}$  và chu kỳ  $T_p = 0,5 \div 5,0\text{ s}$ .

#### Lựa chọn tỷ lệ mô hình vật lý

Theo các nghiên cứu trước đây, nếu mô phỏng được cả thềm san hô với chiều dài bãi 500 - 700 m và phần nước sâu (ngoài thềm san hô) thì tỷ lệ chiều dài không lớn hơn 1/75. Tương ứng với tỷ lệ này thì chiều cao công trình và chiều cao sóng trên thềm san hô đều nhỏ hơn 2cm, sẽ chịu ảnh hưởng rất lớn của sức căng mặt ngoài của nước. Bài báo này lựa chọn tỷ lệ  $\lambda = 1/20$ , chiều cao công trình và chiều cao sóng trong mô hình đảm bảo  $> 2\text{ cm}$ . Tuy nhiên, với tỷ lệ này, thềm san hô chỉ được mô phỏng giới hạn trong khoảng 200 m tính từ bờ đảo. Do vậy, số liệu sóng đầu vào sẽ được kiểm định cách bờ đảo 200 m trên thềm san hô, tương ứng với 10 m trong bể sóng. Bảng 1 liệt kê các tỷ lệ khác dẫn suất từ tỷ lệ chiều dài 1/20.

**Bảng 1. Các tỷ lệ sử dụng trong mô hình vật lý bể sóng**

Tỷ lệ mô hình	Công thức	Nguyên hình	Mô hình
Tỷ lệ chiều dài	$\lambda l = \frac{l_n}{l_m} = \lambda l$	500 m	25m
Tỷ lệ thời gian	$\lambda T = \frac{T_n}{H_m} = \lambda^{1/2}$	6,6 s	1,476 s
Tỷ lệ khối lượng	$\lambda m = \frac{m_n}{m_m} = \lambda W \cdot \lambda \rho = \lambda^3 \cdot \lambda \rho$	2200 kg	0,275 kg
Tỷ lệ độ nhám	$\lambda n = \frac{n_n}{n_m} = \lambda^{1/6}$	0,016	0,00971

### 2.2 Chỉ tiêu thiết kế Reef ball

Trong những thập kỷ gần đây, nhiều giải pháp đã được nghiên cứu và liên tục phát triển nhằm bảo vệ bờ biển, bờ đảo, đặc biệt là các khu vực có rạn san hô tự nhiên. Khối RB là một giải pháp sáng tạo kết hợp giữa đê ngầm giảm sóng và các rạn san hô tự nhiên. Khi sắp xếp thành cụm, khối

RB làm việc như một công trình giảm sóng, đồng thời góp phần bảo vệ, tái tạo hệ sinh thái biển (Reefball.org.com). Đối với đặc điểm của các đảo nổi xa bờ, khối RB có thể được áp dụng để sắp xếp các sơ đồ như đê chắn sóng, mô hàn nhằm bảo vệ và tôn tạo bờ đảo (Lê Hải Trung, 2017).

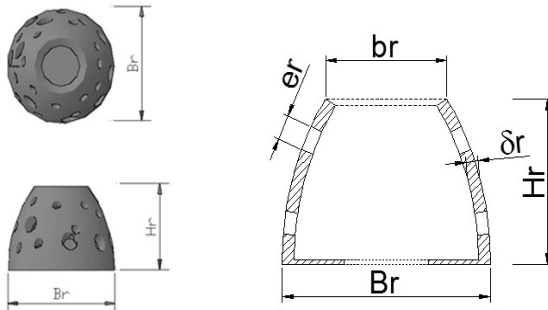
Thực tế xây dựng trên các đảo nổi xa bờ cho

thấy kè bảo vệ bờ đảo được thiết kế với tần suất  $P = 1\%$  (Nguyễn Tương Lai, 2012); tương ứng với công trình cấp II theo TCVN 9901: 2014. Tuy nhiên, giải pháp tôn tạo và mở rộng bãi đảo có thể được coi là phụ trợ cho công trình chính như kè. Do vậy, chúng tôi sơ bộ lựa chọn cấp IV với tần suất thiết kế  $P = 3,33\%$ . Từ đặc trưng sóng nước sâu  $H_s = 12,66$  m và  $T_p = 13,8$  s, sóng được tính toán lan truyền cho ra  $H_s = 1,4$  m và  $T_p$

$= 6,6$  s tại chân công trình trên thềm đảo nổi (Đề tài độc lập cấp Quốc gia 19/15, 2015).

Theo đó, kích thước khối RB đã được tính toán gồm chiều cao  $H_r = 1,52$  m, bán kính đáy  $B_r = 1$  m, bán kính đỉnh  $b = 0,5$  m, độ rỗng  $\varepsilon = 32\%$ , độ dày  $d_r = 0,12$  m, trọng lượng  $G = 200$ kg, độ nhám  $5_{CKn} = 0,016$  (Bùi Thị Kim Khánh & nnk). Với tỷ lệ 1/20, khối RB được thu nhỏ kích thước như Bảng 2.

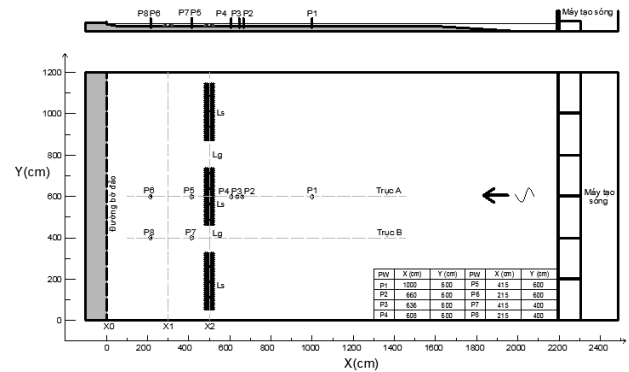
**Bảng 2. Đặc trưng thiết kế khối RB nguyên hình và mô hình**



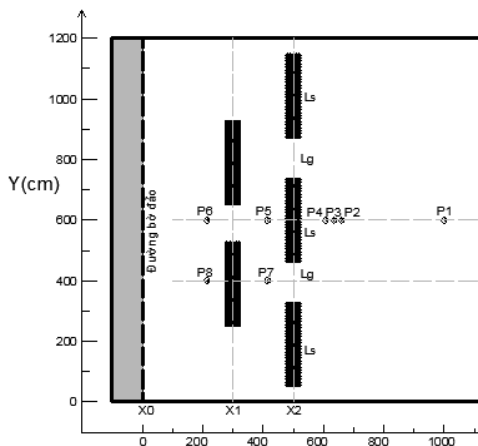
Tham số	Nguyên hình	Mô hình
$H_r$ (m)	1,52	0,076
$B_r$ (m)	1	0,05
$b_r$ (m)	0,5	0,025
G (kg)	2200	0,275
Độ nhám	0,016	0,00971

### 2.3 Sơ đồ bố trí không gian các khối RB

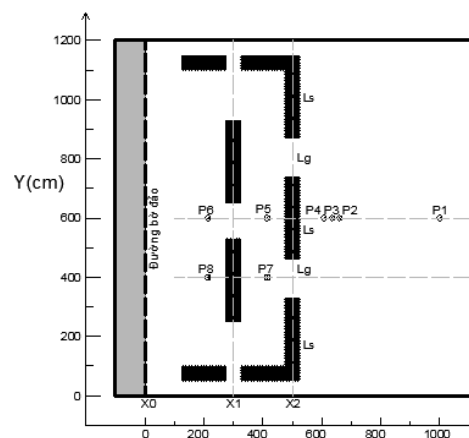
Đối với điều kiện thềm đảo nổi, các khối RB được đặt trực tiếp trên cát san hô và có thể xếp thành một hay nhiều hàng song song với nhau. Trung đã đề xuất hai sơ đồ bố trí không gian gồm: i/ ba đê song song với bờ và ii/ tuyến đê quay tạo dạng vịnh kín gần với bờ đảo (Lê Hải Trung, 2017). Bài báo này giữ nguyên PA1 - hệ thống ba đê song song với bờ; đề xuất thêm PA2 tương tự như PA1 và thêm hai đoạn đê song song và gần bờ hơn; và PA3 tương tự như PA2 nhưng có hai đoạn đê vuông góc với bờ ở hai phía (Hình 1).



PA1 - hệ thống 03 đê song song với bờ



PA2 - 3 đê và 2 đê (so le) song song với bờ



PA3 - tuyến chữ C + hai đê song song với bờ

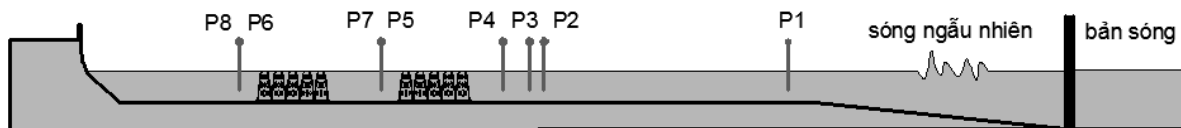
Hình 1. Ba sơ đồ bố trí không gian khối RB trên thềm đảo nổi

Theo phương song song với bờ, chiều dài mỗi đoạn đê là  $L_s$ , khoảng cách giữa hai đê liên tiếp là  $L_g$ . Khoảng cách từ bờ đảo tới hai tuyến công trình lần lượt là  $X_1$  và  $X_2$ . Ba sơ đồ nêu trên sẽ được mô hình hóa và thí nghiệm trong bể sóng.

#### 2.4 Thiết bị đo đạc

Thiết bị đo sóng DHI Wave Amplifier 102E gồm đầu đo Wave Gauge 202, bộ khuếch đại 102E, cáp

nối nối các đầu đo với module thu thập số liệu và nguồn cấp. Tổng cộng 8 đầu đo P1 đến P8 được sử dụng nhằm xác định chiều cao sóng ở trước và sau tuyến công trình (Hình 2). Trong đó, P1 đo sóng tới tại vị trí cách bờ  $X = 10$  m; P2, P3 và P4 dùng tách sóng phản xạ trước công trình ( $X = 6,6$  m); P5 và P7 đo sóng phía sau tuyến công trình thứ nhất trên ( $X = 4,15$  m); P6 và P8 đo sóng gần bờ ( $X = 2,15$  m).



Hình 2. Sơ đồ bố trí thiết bị đo sóng

#### 2.5. Kích bản thí nghiệm

Các đặc trưng sóng thí nghiệm được lựa chọn với tần suất  $P = 50\%$  nhằm đánh giá sự làm việc của các sơ đồ trong điều kiện thời tiết bình thường. Bảng 3 tổng hợp các đặc

trung sóng nguyên hình và mô hình ứng với mực nước  $P = 50\%$  là  $+1,15$  m. Với cao độ đáy bãi khoảng  $0$  m (Đề tài độc lập cấp Quốc gia 19/15, 2015) thì chiều sâu nước trên thềm đạt  $1,15$  m.

Bảng 3. Đặc trưng sóng thí nghiệm

Tham số	Nguyên hình	Mô hình
Chiều sâu nước trên thềm	1,15 m	5,75 cm
Chiều cao sóng $H_s$ (m)	0,55 m	2,75 cm
Chu kỳ sóng $T_p$	6,6s	1,48 s

Mỗi sơ đồ đều được thí nghiệm với 03 giá trị tỉ số khoảng hở của công trình  $L_g/L_s = 0,33; 0,43; 0,53$ . Tuy nhiên, phạm vi bài báo này chỉ trình bày và phân tích kết quả đo đạc với giá trị  $L_g/L_s = 0,43$ .

#### 2.6 Chỉ tiêu đánh giá

Để đánh giá hiệu quả giảm sóng của các sơ đồ bố trí khối RB, hai chỉ tiêu thường được sử dụng gồm hệ số truyền sóng  $K_t$  và hệ số giảm sóng  $\varepsilon$ . Hệ số  $K_t$  là tỷ số giữa chiều cao sóng phía sau công trình với chiều cao sóng đến trước công trình  $K_t = H_{s,i} / H_{t,i}$ . Hệ số  $\varepsilon$  là dẫn xuất của tỷ số nêu trên  $\varepsilon = (1 - K_t) \cdot 100\%$ . Trong đó,  $H_{s,i}$  và  $H_{t,i}$  lần lượt là chiều cao sóng sau và trước công trình. Hiệu quả giảm sóng tỉ lệ thuận với  $\varepsilon$  và tỉ lệ nghịch với  $K_t$ .

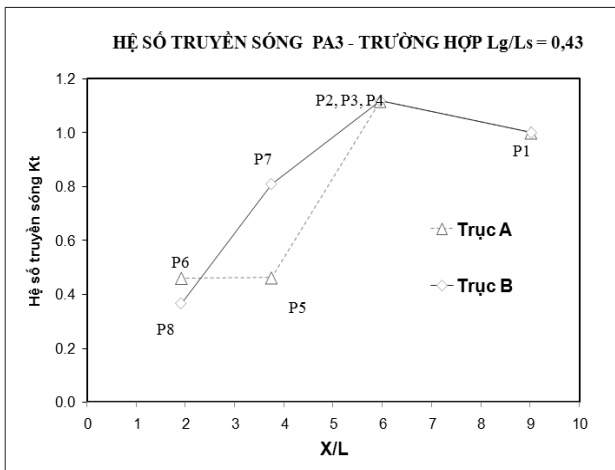
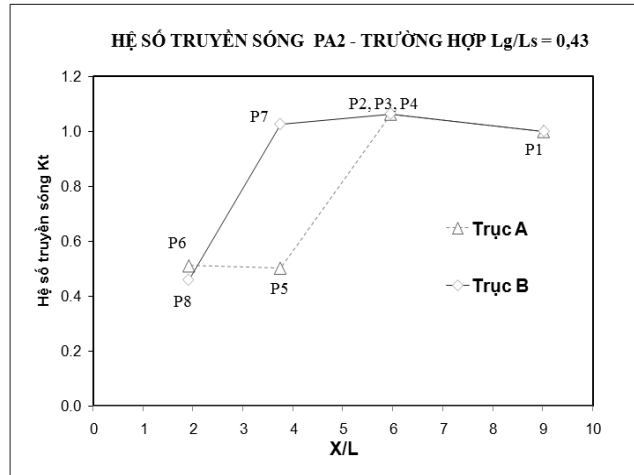
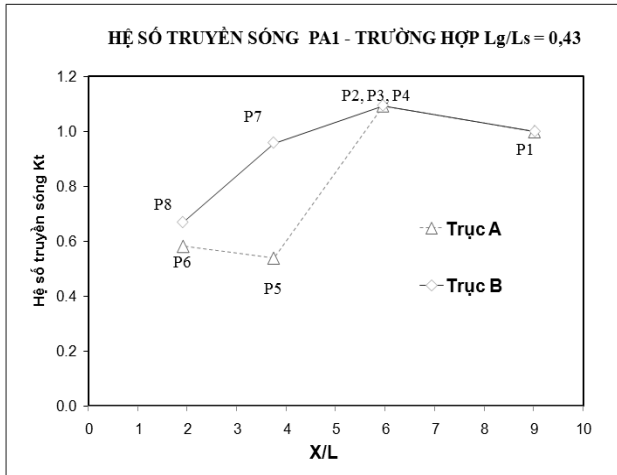
### 3. KẾT QUẢ & THẢO LUẬN

#### 3.1 Hệ số $K_t$ theo phương truyền sóng

Hiệu quả giảm sóng theo phương truyền sóng

được đánh giá bằng cách thể hiện hệ số  $K_t$  theo tỷ số khoảng cách đến bờ và bước sóng  $X/L$  ( $L$  là bước sóng tính cho vùng nước nông  $L = T\sqrt{gh} = 1,1$  m trên mô hình) trên cùng đồ thị như Hình 3. Trong đó,  $K_t$  được tính bằng tỷ số giữa chiều cao sóng tại các điểm đo P5, P6, P7, P8 so với chiều cao sóng tại cụm P2,3,4 (trước công trình).  $K_t = 1$  tại P1 do được tử số và mẫu số đều lấy bằng chiều cao sóng tại đó.

Hiệu quả giảm sóng của công trình lớp thứ nhất tại P5 (trục A) lớn hơn nhiều (46%-54%) so với hiệu quả khi xét tại P7 (trục B) trong cả ba phương án mặc dù hai vị trí có cùng khoảng cách tới bờ. Với lớp thứ 2 cặp vị trí P6 (trục A) và P8 (trục B) hiệu quả giảm sóng có sự khác biệt. Ở PA1, hiệu quả giảm sóng tại P6 lớn hơn tại P8. Trong hai phương án còn lại PA2 và PA3, hiệu quả giảm sóng tại P6 nhỏ tại P8.



Hình 3. Hệ số truyền sóng  $K_t$  theo hai trục A và B của ba phương án

Tại các vị trí ở phía sau cụm RB (P5 trong cả ba phương án; P6 trong PA1; P8 trong PA2 và PA3) thì hiệu quả giảm sóng sẽ cao hơn (từ 34,8-52)% tại các vị trí đặt tại khoảng hở không được các khối RB che chắn (P7 trong PA1; P8 trong PA1 và P6 trong PA2 và PA3). Trong PA1 và PA2, chiều cao sóng tại P6 không giảm mà lại tăng hơn so với P5. Ở PA3, chiều cao sóng giảm liên tục theo hướng truyền sóng.

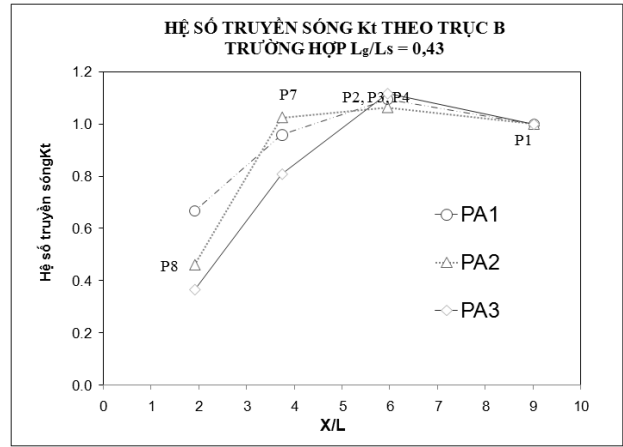
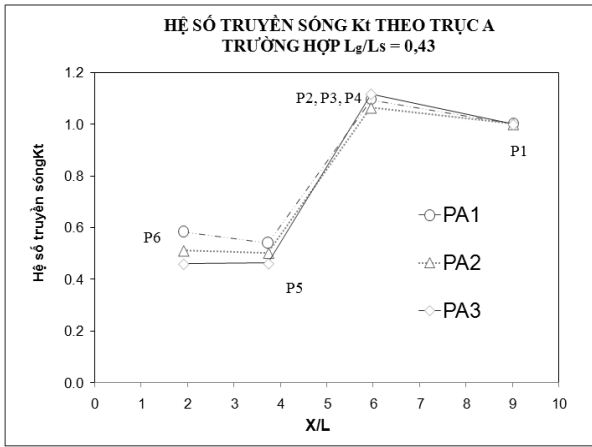
Với PA1 và PA3, sóng đi qua công trình và giảm nhẹ đến vị trí P7, sau đó giảm mạnh đến vị trí P8. Lưu ý, PA3 có mức độ giảm mạnh hơn PA1. Ngược lại với PA2, sóng qua công trình không giảm chiều cao mà còn tăng nhẹ tại vị trí P7, sau đó giảm mạnh đến vị trí P8. Tóm lại, hiệu quả giảm sóng khi công trình làm từ khối RB khá tốt: Lớp thứ nhất hiệu quả giảm sóng từ 46-54%, số tuy nhiên lớp thứ 2 thì hiệu quả kém hơn.

Chiều cao sóng đều giảm theo phương truyền sóng tại tất cả các đầu đo trong PA3.

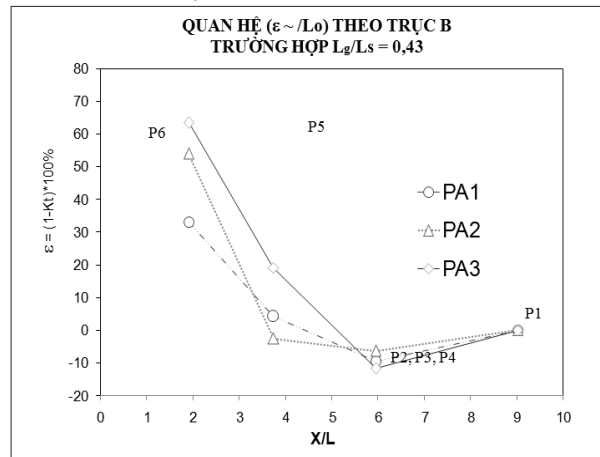
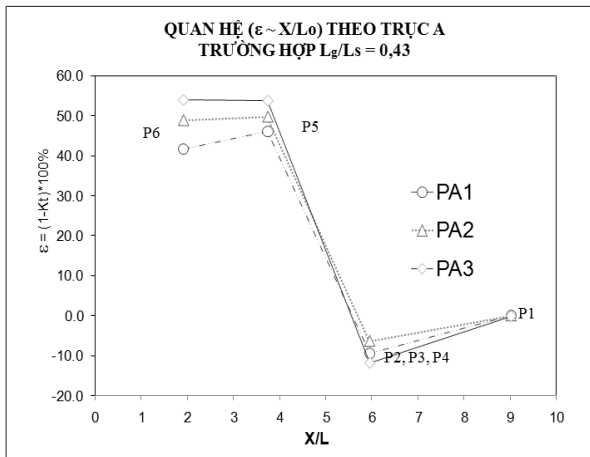
### 3.2 Hiệu quả giảm sóng tổng hợp

Phần trước đã phân tích hiệu quả giảm sóng của từng phương án bố trí không gian khối RB trên thềm đảo nổi. Hình 4 biểu diễn hệ số  $K_t$  của cả ba phương án trên cùng biểu đồ nhằm đánh giá một cách tổng hợp hiệu quả giảm sóng của chúng. Xem xét cả hai trục A và B cho thấy hiệu quả giảm sóng phía sau công trình của PA3 là cao nhất, tiếp đến là PA2 rồi PA1. Cụ thể, hiệu quả giảm sóng trên trục A của PA3 lớn hơn PA1 từ 13,5 tới 22,8%; và lớn hơn PA2 từ 2,5 tới 11%. Hơn thế, PA2 với hai lớp công trình giảm sóng hiệu quả hơn PA1 chỉ có một lớp công trình từ 4% tới 10%. Điều này cho thấy số lớp công trình tăng thì hiệu quả giảm sóng cũng tăng lên.

Bên cạnh hệ số  $K_t$ , sự biến đổi của hệ số giảm sóng  $\varepsilon$  theo khoảng cách từ bờ cũng được đánh giá. Lớp công trình đầu tiên giảm chiều cao sóng hiệu quả nhất, đặc biệt là tại những vị trí ở phía sau các khối RB,  $\varepsilon = 46 \sim 54\%$ . Các lớp tiếp theo chiều cao sóng giảm ít hơn hoặc thậm chí không giảm, kể cả những vị trí ngay sau các khối RB,  $\varepsilon$  giảm tối đa 20,5% so với lớp trước. Bên cạnh đó, Hình 5 cho thấy hiệu quả giảm sóng tương đối ổn định dọc theo trục A trong cả ba phương án với  $\varepsilon = 42 \sim 51\%$ . Ngược lại, kết quả phân tán mạnh dọc trục B với  $\varepsilon$  biến thiên mạnh từ 0 ~ 63%. Đây có thể do ảnh hưởng của vị trí đặt RB cũng như số lớp RB trong mỗi sơ đồ tới hiệu quả giảm sóng. Những ảnh hưởng này cần được tiếp tục nghiên cứu làm sáng tỏ.



Hình 4. Biến đổi hệ số truyền sóng theo khoảng cách từ bờ  $K_t \sim X / L$  của ba phương án



Hình 5. Biến đổi hệ số giảm sóng theo khoảng cách từ bờ  $\epsilon \sim X / L$  của ba phương án

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày kết quả thí nghiệm mô hình vật lý bề sóng về hiệu quả giảm sóng của ba sơ đồ bố trí khối RB trên thềm đảo nổi xa bờ. Phân tích kết quả đo đạc cho thấy vị trí ngay phía sau các khối RB có chiều cao sóng nhỏ hơn đáng kể so với các vị trí phía sau ở khoảng hở, không được công trình che chắn. Dọc theo hướng truyền

sóng, lớp công trình đầu tiên giảm sóng hiệu quả nhất, rồi tới các lớp tiếp theo. Một cách tổng quát, phương án PA3 gồm tuyến đê dạng chữ C và hai đê song song với bờ giảm sóng hiệu quả nhất so với PA1 và PA2. Những kết quả này sẽ là căn cứ hữu ích và tin cậy phục vụ công tác thiết kế giải pháp giảm sóng, tụ cát nhằm bảo vệ và tôn tạo các đảo nổi xa bờ ở Biển Đông của Việt Nam.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn Quang Chiến, Lê Hải Trung (2016). “Đo đạc đặc trưng sóng, dòng chảy ở QDTS”; Tuyển tập hội nghị khoa học thường niên năm 2016, ĐHTL.  
 Nguyễn Quang Chiến, Lê Hải Trung (2019), “Xác định điều kiện biên cho bố trí không gian giải pháp tôn tạo đảo nổi thuộc”. Hội nghị khoa học thường niên năm 2019, ĐHTL.  
 Bùi Thị Kim Khánh, Nguyễn Thái Hoàng, Lê Hải Trung, Đỗ Văn An (2017); “Nghiên cứu tính toán cấu kiện cho giải pháp tôn tạo mở rộng bãi đảo nổi thuộc QDTS”, Hội nghị KHTL toàn quốc 2017.  
 Bùi Thị Kim Khánh, Lê Hải Trung, Nguyễn Quang Chiến (2018); “Áp dụng mô hình sóng SWASH để tính giảm sóng truyền qua khối rỗng phục vụ tôn tạo bờ đảo”. Tuyển tập HN KHTN trường Đại học Thủy lợi. ISBN 978-604-82-2548-3.

- Nguyễn Trương Lai (2012). “Nghiên cứu tôn tạo và mở rộng đảo trên thềm san hô ở biển đông. Hội nghị cơ học toàn quốc lần thứ IX”. ISBN: 978-604-911-437-3.
- TCVN 9901: 2014 - Yêu cầu kỹ thuật - Thiết kế đê biển.
- Phạm Thị Thuý, Trần Ngọc Sơn, Lê Văn Công, Nguyễn Thanh Trang (2018), “Nghiên cứu quá trình vận chuyển trầm tích trên đảo nổi thuộc QĐTS phục vụ việc chống xói lở và tôn tạo đảo”; Tuyển tập Công trình Hội nghị khoa học Cơ học Thủy khí toàn quốc năm 2018.
- Phạm Thị Thuý, Trần Ngọc Sơn, Lê Hải Trung, Nguyễn Mạnh Linh (2018); “Nghiên cứu ảnh hưởng của vị trí đặt tới hiệu quả giảm sóng của công trình trên đảo nổi ở QĐTS”; Tuyển tập Công trình Hội nghị khoa học Cơ học Thủy khí toàn quốc năm 2018
- Lê Hải Trung, (2017). “Nghiên cứu đề xuất giải pháp tôn tạo mở rộng bãi đảo nổi thuộc QĐTS”. Tạp chí KHKT Thủy lợi và môi trường số 58 tháng 9/2017.
- Viện Kỹ thuật Công binh (2015); Đề tài độc lập cấp Quốc gia ĐTDLCN.19/15. “Nghiên cứu giải pháp tôn tạo và chống xói lở đảo nổi thuộc quần đảo Trường Sa”.
- Reefball.org.com

**Abstract:**

**REDUCTION OF WAVE BY FIELDS OF REEF BALLS  
ON A FRINGING REEF**

*The paper investigates how effectively Reef Balls reduce wave on a fringing reef. Experiments on physical models were conducted with three field layouts of the Reef Balls including PA1 - three segments (like breakwaters) parallel to the coast, PA2 - similar to PA1 with 2 additional segments placed behind the first three ones, PA3 - similar to PA2 with two segments normal to the coast (like groynes). Measurements reveal that Reef Balls significantly reduce wave height. In general, layout PA3 shows the most rapid decay of wave over its configuration.*

**Keywords:** wave reduction, fringing reef, configuration layout, Reef Ball.

---

Ngày nhận bài: 09/4/2020

Ngày chấp nhận đăng: 08/6/2020