

KẾT CẤU BÊ TÔNG LẮP GHÉP KHỐI RỖNG TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ BIỂN VIỆT NAM

Phan Đình Tuấn

Viện Thủy Công

Dương Công Mạnh

Ban QLDA ĐTXD công trình Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Phú Thọ

Tóm tắt: Kết cấu bê tông lắp ghép khối rỗng (KCR) là giải pháp mới trong thiết kế công trình bảo vệ bờ biển. Với hướng phát triển về hình dạng kết cấu và điều kiện áp dụng hiện nay, các cơ sở khoa học nghiên cứu và thiết kế ngày càng cần phải hoàn thiện và bổ sung. Trong bài báo này đã tổng quan lại kết quả nghiên cứu về các dạng KCR về sóng tràn, sóng truyền, sóng phản xạ và ổn định kết cấu. Kết quả bài báo là cơ sở để định hướng các nghiên cứu tiếp theo nhằm hoàn thiện phương pháp luận thiết kế cho kết cấu bê tông lắp ghép khối rỗng trong công trình bảo vệ bờ biển Việt Nam.

Summary: The hollow block assembled concrete structure (KCR) is a new solution in the design of coastal protection works. With the development direction of structural shape and current application conditions, scientific research and design facilities need to be improved and supplemented more. In this paper, the results of research on KCR types in terms of overflow, propagating, reflected waves and structural stability are reviewed in this paper. The results of the paper are the basis for orienting further studies to perfect the design methodology for the hollow block assembled concrete structure in the coastal protection works in Vietnam.

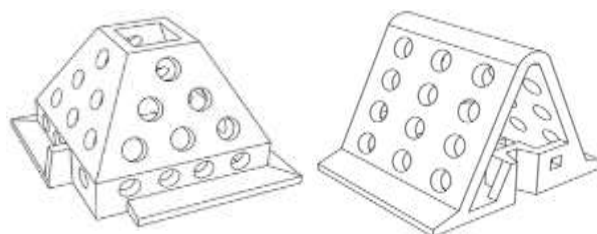
Keywords : KCR, Breakwater, Seawall, đê giảm sóng, tường biển, lỗ rỗng, DBSCL

1. MỞ ĐẦU

Các công trình có kết cấu bê tông lắp ghép khối rỗng (KCR) được sử dụng phổ biến trên thế giới và nay cũng đã được ứng dụng nhiều ở nước ta. Loại công trình này có nhiều ưu điểm về chất lượng bê tông các cấu kiện có cường độ cao khi được chế tạo trong xưởng. Thi công nhanh, nhiều kích thước và hình dạng có tính thẩm mỹ cao, giá thành tương đương hoặc phù hợp với các giải pháp truyền thống khác.

Kết cấu bê tông lắp ghép khối rỗng bao gồm kết cấu hình hộp (hộp chữ nhật – thùng, một nửa đường tròn – bán nguyệt, $\frac{1}{4}$ đường tròn, hình thang...) có đục lỗ rỗng trên bề mặt để tiêu giảm

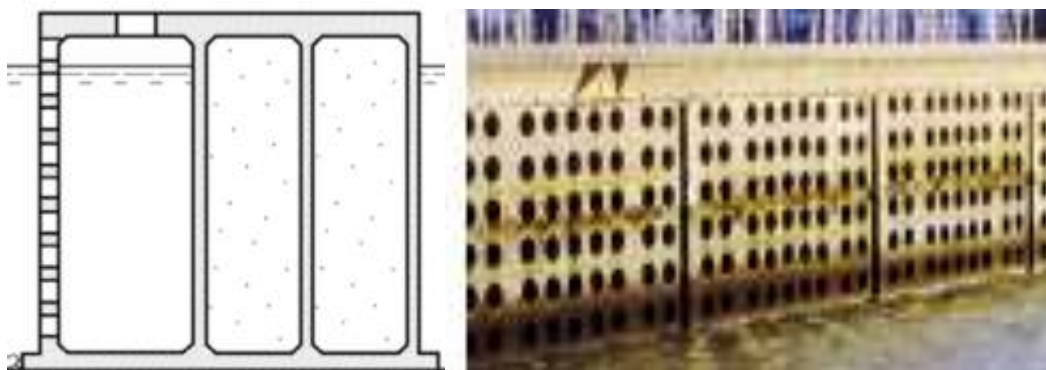
sóng và mặt phẳng đáy để giảm áp lực đẩy nổi như Hình 1 đến Hình 5. Mặt đáy có dạng hình răng cưa hoặc bố trí chân khay để tăng ma sát với nền. Vật liệu chế tạo cấu kiện bằng bê tông cốt thép, bê tông cốt polyme.



Hình 1: Kết cấu bê tông lắp ghép khối rỗng hình thang [3], [9], [13]

Ngày nhận bài: 12/7/2021
Ngày thông qua phản biện: 20/7/2021

Ngày duyệt đăng: 10/8/2021



Hình 2: Kết cấu bê tông lắp ghép khối rỗng hình hộp chữ nhật [1]



Hình 3: Kết cấu bê tông lắp ghép khối rỗng hình nửa đường tròn – Đê trụ rỗng [7]



Hình 4: Kết cấu bê tông lắp ghép khối rỗng hình $\frac{1}{4}$ đường tròn [12], [11]



a) Klorce [21]

b) Budasco [23]

c) Reefbal [14]

Hình 5: Kết cấu bê tông lắp ghép khối rỗng hình học khác

Trong ứng dụng thực tế tại Việt Nam các kết cấu KCR được áp dụng phổ biến nhất là các công trình giảm sóng xa bờ và tường biển. Tuy nhiên, đây là giải pháp mới vẫn đang được nghiên cứu hoàn thiện. Các kết quả nghiên cứu, công trình thử nghiệm đang triển khai chưa có bộ cơ sở khoa học về tính toán và thiết kế ứng dụng. Chính vì vậy, nhóm nghiên cứu thực hiện tổng quan đánh giá các kết quả nghiên cứu về KCR và công trình đã xây dựng tại Việt Nam. Đây là cơ sở để các nghiên cứu tiếp theo có tính kế thừa và hoàn thiện phương pháp luận thiết kế cho kết cấu bê tông lắp ghép khối rỗng trong công trình bảo vệ bờ biển Việt Nam.

2. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU KẾT CẤU KCR TRONG CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ BIỂN VIỆT NAM

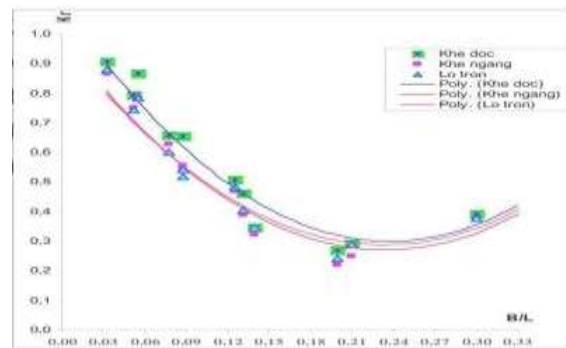
2.1. Các kết quả nghiên cứu sóng truyền, sóng phản xạ

Kết cấu KCR trong công trình giảm sóng xa bờ

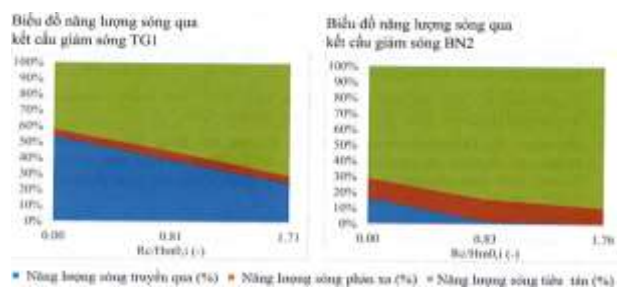
Ở Việt Nam, năm 2007 Nguyễn Trung Anh [1] đã tiến hành thí nghiệm và nghiên cứu kết cấu thùng chìm có buồng tiêu sóng và lỗ rỗng bề mặt. Đánh giá khả năng giảm sóng phản xạ với 3 kiểu lỗ (khe ngang, khe dọc, lỗ tròn) và 3 tỷ lệ rỗng 15%, 20%, 30%. Kết cấu có buồng tiêu sóng (BTS) hiệu quả tiêu sóng tốt nhất nếu B/L được xác định trong khoảng $0.1 \div 0.27$ thích hợp cho cả 3 kiểu lỗ. Trị số $B/L=0,1$ là trị số khuyến cáo khi thiết kế bề rộng BTS. Tỷ lệ mở lỗ 20% và 30% tốt hơn 15%, nhưng để lựa chọn tỷ lệ nào thiết kế chưa có khuyến cáo. Về hình thức kiểu lỗ, lỗ tròn tốt hơn khe ngang và khe dọc.

Trong khuôn khổ cụm 6 đề tài cấp Nhà nước về nghiên cứu đề xuất giải pháp chống xói lở bờ biển vùng ĐBSCL. Hai đề tài thuộc Viện KHTL miền Nam là Lê Xuân Tú và Lê Thanh Chương đã tiến hành nghiên cứu lý thuyết kết hợp nghiên cứu trên mô hình vật lý về tính ổn định, hiệu quả giảm sóng, tại Phòng thí nghiệm tổng hợp Viện KHTL miền Nam tại Bình Dương cho hai loại cấu kiện KCR hình lăng thể

tam giác và lăng thể tứ giác Hình 1.



Hình 6: Hiệu quả giảm sóng phản xạ các kiểu lỗ rỗng [1]



Hình 7: Biểu đồ năng lượng sóng qua kết cấu lắp ghép rỗng hình thang [6]

Lê Thanh Chương và các cộng sự [3], [4], [6], [18] nghiên cứu trong máng sóng thí nghiệm mô hình vật lý. Dựa vào các phân tích về sự thay đổi các hệ số giảm sóng, hệ số phản xạ và hệ số tiêu tán năng lượng sóng thì biểu đồ biến đổi năng lượng sóng khi tương tác với kết cấu giảm sóng được xây dựng. Với kết cấu giảm sóng tứ giác khi sóng tới tương tác với công trình thì phần trăm năng lượng sóng truyền qua từ $24.5 \div 53.6\%$, phần trăm năng lượng sóng phản xạ khoảng $4.5 \div 5.8\%$, phần trăm năng lượng sóng bị tiêu tán khoảng $41.9 \div 70.5\%$. Với kết cấu giảm sóng Bán nguyệt khi sóng tới tương tác công trình thì phần trăm năng lượng sóng truyền qua từ $0 \div 16.2\%$, phần trăm năng lượng sóng phản xạ khoảng $10.7 \div 14.3\%$, phần trăm năng lượng sóng bị tiêu tán khoảng $70.9 \div 89.3\%$.

Thiều Quang Tuấn, Lê Xuân Tú và nnk (2018-2019) [11], [17] đã kế thừa và tiến hành thí nghiệm với KCR dạng hình thang Hình 1. Kết quả thí nghiệm và phân tích xây dựng công thức

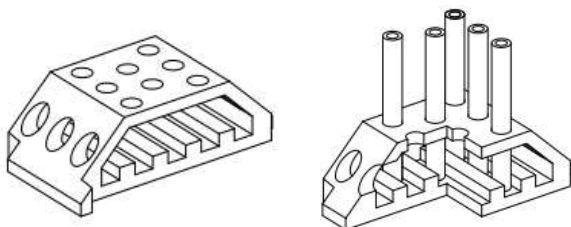
thực nghiệm xác định sóng truyền qua kết cấu với độ tin cậy 85%. Quá trình truyền sóng qua đê giảm sóng kết cấu rồng bị ảnh hưởng bởi hai yếu tố quan trọng là chiều cao lưu không tương đối đỉnh đê R_c/H_{m0} và chỉ số sóng vỡ trên mái công trình Iribarren ξ_0 . Kết quả của quá trình phân tích cho thấy chu kỳ phổ $T_{m-1,0}$ nên được sử dụng để thay thế cho chu kỳ đỉnh T_p nhằm thể hiện rõ tầm ảnh hưởng của sóng dài trong khu vực nước nông. Công thức thực nghiệm áp dụng cho đê giảm sóng kết cấu rồng trên bãi nông của rừng ngập mặn đã được xây dựng với độ tin cậy cao dựa trên các so sánh với các công thức hiện có được đưa ra để tăng độ tin cậy cho kết quả thực nghiệm như d'Angremond et al. (1996), Van der Meer et al (2005) hay Van der Meer and Daemen (1994), kết quả của nghiên cứu này khá phù hợp với các kết quả nghiên cứu trước đây đặc biệt với nghiên cứu về dạng đê giảm sóng đỉnh hẹp của Van der Meer et al. (1993).

$$K_t = -0.22 \frac{R_c}{H_{s,i}} + 0.75 \cdot \left(1 - e^{-0.26 \xi_{0m-1,0}}\right)$$

$$K_t = -0.20 \frac{R_c}{H_{s,i}} + 0.66 \cdot \left(1 - e^{-0.39 \xi_{0p}}\right)$$

Nhóm tác giả đưa ra khuyến cáo trong quá trình thiết kế đê giảm sóng kết cấu rồng cần lưu ý:

- Cao trình đỉnh đê giảm sóng nên cao hơn mực nước triều (đê nhô) để tăng hiệu quả giảm sóng, hầu hết sóng bị chặn khi $R_c/H_{m0} > 0.50$.
- Giải pháp bảo vệ chân công trình nên được xem xét một cách kỹ lưỡng trong quá trình thiết kế đê giảm sóng kết cấu rồng.



Hình 8: Kết cấu KCR hình thang không có cọc (trái), có cọc (phải) [9], [10], [13]

Nguyễn Anh Tiến, Thiệu Quang Tuấn và các cộng sự với các kết quả nghiên cứu từ năm 2018

đến 2019 [9], [10], [13] với cấu kiện KCR hình dạng phức hợp và hình thang Hình 8. Từ các thí nghiệm trong máng sóng với điều kiện thủy hải văn khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Nhóm tác giả đã xây dựng được phương pháp và công thức bán thực nghiệm xác định sóng truyền qua kết cấu hình thang không có cọc và có cọc ở trên.

Sóng truyền qua KCR hình thang không có cọc

$$K_t^{(0)} = 0.18 \left(\frac{R_c}{H_{m0}} \right) + 0.58 \left(\frac{B}{H_{m0}} \right)^{-0.19} \cdot \left(1 - e^{-1/\sqrt{S_m}} \right)$$

Sóng truyền qua KCR hình thang có cọc ở trên

$$K_t = \sqrt{K_t^{(0)^2 - 0.94 \cdot D_{pr}}}$$

$$\text{Với: } D_{pr} = 0.153 \tanh \left[20.6 \frac{(R_c + H_{m0})}{H_{m0}} \frac{X_b}{L_m} \right]$$

Trong đó: R_c , độ cao lưu không, H_{m0} chiều cao sóng, B bề rộng đỉnh, S_m độ dốc sóng tương ứng chu kỳ trung bình, X_b khoảng cách cọc, L_m chiều dài sóng, D_{pr} năng lượng sóng tiêu hao do cọc, $K_t^{(0)}$ hệ số truyền sóng khi không có cọc, K_t hệ số truyền sóng có cọc.

Theo số liệu đo đạc thực nghiệm đã thực hiện những đánh giá và phân tích độc lập về mức độ ảnh hưởng của các tham số chi phối đến quá trình tiêu hao năng lượng sóng làm suy giảm chiều cao sóng để từ đó xây dựng phương pháp tính toán truyền sóng qua đê trong trường hợp tổng quát.

Truyền sóng qua thân đê rồng không cọc chịu sự chi phối chủ yếu của ba tham số chính đó là: ảnh hưởng của độ sâu ngập nước tương đối của đỉnh đê R_c/H_{m0} , ảnh hưởng của bề rộng tương đối của đỉnh đê B/H_{m0} và ảnh hưởng của tương tác sóng với mái đê thông qua giá trị độ dốc sóng tại vị trí công trình s_m .

Truyền sóng qua hệ cọc bên trên chịu sự chi phối chủ yếu của hai tham số chính đó là: ảnh hưởng của độ ngập sâu tương đối R_c/H_{m0} (chiều dài phần cọc nhúng trong nước) và ảnh

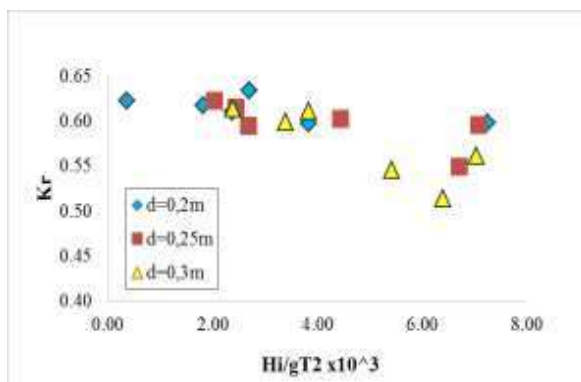
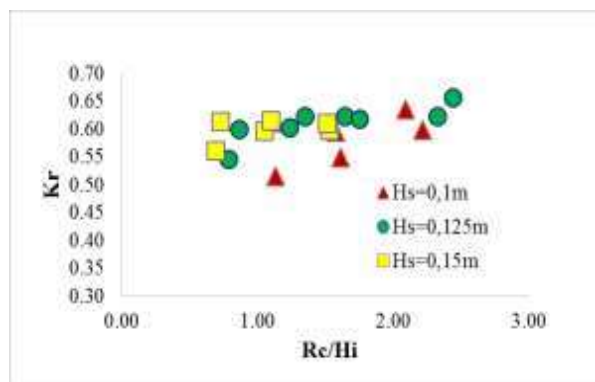
hưởng của bề rộng tương đối của hệ cọc X_b/L_m (X_b là chiều rộng ảnh hưởng của số hàng cọc trên đỉnh đê ngầm xét theo phương truyền sóng, xác định bằng khoảng cách tim của 2 hàng cọc biên ngoài cùng trên đỉnh đê theo phương truyền sóng).

Kết cấu KCR trong công trình đê, tường biển sát bờ

Phan Đình Tuấn (2021), với kết quả thí nghiệm trên máng sóng mô hình vật lý với KCR dạng $\frac{1}{4}$ đường tròn [22]. Sử dụng phương pháp đo Mansard và phân tích phản xạ, tác giả đã đánh giá ảnh hưởng của các tham số thứ nguyên độ cao lưu không tương đối R_c/H_i , độ dốc sóng tương đối H_i/gT^2 , độ sâu nước tương đối d/gT^2 đối với hệ số phản xạ K_r .

Khi độ sâu nước tăng lên, hệ số phản xạ sóng có xu hướng giảm đi. Hệ số phản xạ K_r giảm từ $0.634 \div 0.515$ khi d/gT^2 tăng từ $0.0057 \div$

0.0218 , từ $0.597 \div 0.414$ khi d/gT^2 tăng từ $0.0061 \div 0.0168$ và từ $0.578 \div 0.371$ khi d/gT^2 tăng từ $0.0059 \div 0.0168$ tương ứng với các tỷ lệ diện tích lỗ rỗng bề mặt cấu kiện lần lượt là 10%; 15% và 20%. Hệ số phản xạ sóng có xu hướng tăng lên khi độ lưu không tương đối đỉnh đê (R_c/H_i) tăng lên trong tất cả các trường hợp chiều cao và độ rỗng bề mặt cấu kiện được thí nghiệm. Hệ số phản xạ K_r nhỏ nhất khi $R_c/H_i = 1.1$ và K_r lớn nhất khi $R_c/H_i = 2.5$. Ngoài ra, các kết quả đo đạc cũng cho thấy khi tăng tỷ lệ diện tích lỗ rỗng trên bề mặt cấu kiện tiêu sóng, hệ số phản xạ có xu hướng giảm. Tuy nhiên mức độ giảm sóng phản xạ chỉ rõ ràng ở độ sâu nước lớn $d=0.3m$ (K_r giảm từ 22% -28% khi tỷ lệ diện tích lỗ rỗng tăng từ 10% lên 15% và 20% tương ứng). Ở độ sâu nước thấp hơn ($d=0.2m$) mức độ giảm hệ số phản xạ không đáng kể, từ 6% đến 13% khi tỷ lệ diện tích lỗ rỗng bề mặt cấu kiện tăng từ 10% lên 20%.

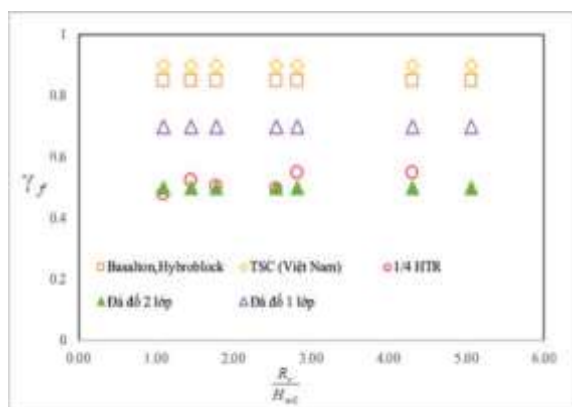


Hình 9: Tương quan hệ số phản xạ và độ cao lưu không tương đối (trái), độ dốc sóng tương đối (phải)

2.2. Các kết quả nghiên cứu sóng tràn

Các kết quả nghiên cứu liên quan tới sóng tràn qua mặt cắt có KCR tại Việt Nam chưa có nhiều. Năm 2016, Phan Đình Tuấn và nhóm nghiên cứu đã đề xuất mặt cắt cát đê biển có kết cấu KCR dạng $\frac{1}{4}$ đường tròn. Kết quả thí nghiệm 7 phương án trong máng sóng với điều kiện tại Đình Vũ – Hải Phòng bước đầu xác định xu thế sóng tràn qua mặt cắt đê biển có KCR dạng $\frac{1}{4}$ đường tròn [15].

Phương pháp nghiên cứu tác giả là giả thiết kết cấu như một mái trên cơ và xác định hệ số chiết giảm sóng tràn của kết cấu tương tự cấu kiện lát mái thông qua hệ số γ_f . Kết quả phân tích xác định hệ số γ_f xấp xỉ với đê mái nghiêng giá cố 2 lớp đá đổ và tốt hơn các cấu kiện lát mái phổ biến như TSC, Basalton... Hình 10. Tuy nhiên, với số lượng 7 phương án và việc giả thiết kết cấu có mặt cong như một mái nghiêng là còn hạn chế.

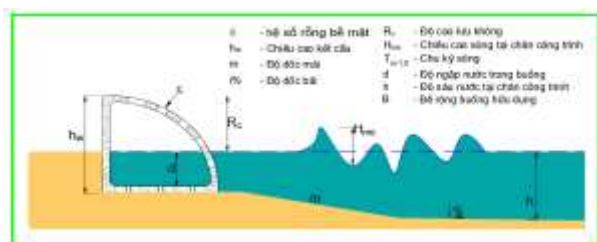


Hình 10: Quan hệ độ cao lưu không tương đối và hệ số chiết giảm sóng tràn [15]

Năm 2019 Tuấn và nnk [12], [16], [20] đã tiếp tục thực hiện các thí nghiệm trong máng sóng với KCR $\frac{1}{4}$ đường tròn được tác giả gọi cấu kiện là “TSD”. Với 60 phương án thí nghiệm điều kiện đồng bằng sông Cửu Long và 6 phương án thí nghiệm tại Nha Trang. Tác giả đã xây dựng và đánh giá các tham số ảnh hưởng tới sóng tràn qua mặt cắt có cấu kiện TSD. Kết quả thí nghiệm cho thấy rằng: với $B/L_{m-1,0} < 0.05$; $d/h > 0.35$ và $R_C/H_{m0} \leq 1$ thì khả năng giảm sóng tràn kết cấu không còn phát huy. Về lỗ rỗng bề mặt có thể khuyến cáo lỗ rỗng cần lớn hơn 10% và nhỏ hơn 20%, trường hợp nếu lớn hơn 20% thì ổn định và chịu lực của kết cấu cần được xem xét. Các kết quả thí nghiệm vẫn chưa xét hết được các ảnh hưởng lỗ rỗng bề mặt $> 20\%$ và phân kết cấu nằm dưới TSD.

Năm 2021, Nguyễn Mạnh Linh và nnk [21] đã đề xuất và thí nghiệm KCR dạng tường có mũi hắt Hình 5a. Với 18 phương án thí nghiệm trong máng sóng tác giả tiến hành phân tích kết cấu làm việc như 1 tường đứng hỗn hợp. Bước đầu phân tích kết cấu KLORCE có tỷ số tràn nhỏ hơn so các kết cấu tường đứng có cùng độ lưu không tương đối R_C/H_{m0} . Tác giả đề xuất phương pháp xác định sóng tràn bằng công thức

tường hỗn hợp và bổ sung thêm hệ số chiết giảm sóng tràn γ^* trong công thức. Tuy nhiên, hệ số chiết giảm γ^* chưa đưa ra được phương pháp xác định và cần phải nghiên cứu tiếp theo.



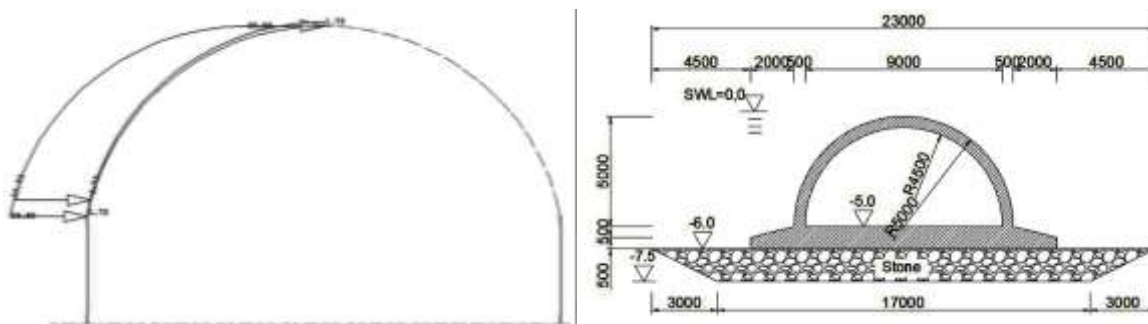
Hình 11: Sơ đồ thí nghiệm các tham số Tuấn [16], [20]

2.3. Các kết quả nghiên cứu về lực tác dụng

Kết cấu KCR trong công trình giảm sóng xa bờ

Nguyễn Viết Thanh (2014) [2], giới thiệu chi tiết ba phương pháp tính toán áp lực sóng tác dụng lên kết cấu KCR dạng nửa hình tròn, tác giả gọi là “đê bán nguyệt”. Trên cơ sở tính toán, phân tích đã khuyến nghị sử dụng phương pháp của Yuan Dekui và Tao Jianhua để tính toán áp lực sóng lên đê bán nguyệt có đặc trưng Hình 12. Phương pháp Tanimoto và Takahashi và phương pháp của Xie Shileng được tác giả khuyến cáo áp dụng đê bán nguyệt không có kích thước Hình 12. Đồng thời, tác giả đề nghị để áp dụng thiết kế cần có thí nghiệm mô hình vật lý để có cơ sở tin cậy.

Trần Văn Thái và nnk (2018), đã xây dựng phương pháp tính ổn định KCR dạng nửa đường tròn với tên gọi nhóm tác giả “Đê trụ rỗng” trên nền đất yếu [7]. Phương pháp được đề xuất là xác định lực sóng theo phương pháp Tanimoto và Takahashi [2]. Sử dụng nguyên lý ổn định nền móng trên nền đất sét mềm.



Hình 12: Sơ đồ lược Yuan Dekui và Tao Jianhua và mặt cắt đặc trưng tính toán [2]

Kết quả nghiên cứu này đã được nhóm nghiên cứu đưa vào tiêu chuẩn cơ sở “Công trình thủy lợi - Đê trụ rồng - Yêu cầu thiết kế, thi công và nghiệm thu” của Viện Thủy công năm 2018 [5]. Đến đây đây là cơ sở tin cậy và đầy đủ nhất để tính ổn định KCR dạng nửa đường tròn.

Kết cấu KCR trong công trình đê, tường biển sát bờ

So với KCR trong công trình giảm sóng xa bờ được áp dụng nhiều trong thực tế ở Việt Nam và trên thế giới. Các KCR trong công trình đê, tường biển sát bờ chưa ứng dụng nhiều. Trần Văn Thái và nnk (2018) [8], Với kết quả thí nghiệm trong máng sóng sử dụng phương pháp tính lực lên mặt cong của Tanimoto và Takahashi so sánh đối chứng. kết quả phương pháp tính tương đồng với thực đo và áp lực lên mặt cong được giảm so với tường đứng trong các trường hợp sóng vỡ lên tới 45%. Tuy nhiên, việc so sánh với tường biển khi không thực nghiệm đo với mặt cắt này là thiếu sự đồng bộ thứ nguyên. Nên để ứng dụng thiết kế cần cân trọng và thí nghiệm trước khi xây dựng.

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã tiến hành tổng quan các tài liệu nghiên cứu về kết cấu bê tông lắp ghép khối rồng (KCR) nói chung. KCR có nhiều hình

dạng và nguyên lý làm việc cũng như ứng dụng khác nhau. Từ các kết quả nghiên cứu tác giả tổng hợp đối với khả năng giảm sóng truyền kết cấu tương tự nhau $0,3 \div 0,7$. Khả năng giảm sóng phản xạ là đáng kể. Các kết quả nghiên cứu có phương pháp, và độ tin cậy cao. Tuy nhiên, kết quả tổng quan cũng chỉ ra một số thực trạng như sau:

1. Các cơ sở hướng dẫn tính toán thiết kế và áp dụng các loại KCR chưa cụ thể. Kết quả nghiên cứu đều đưa ra xu thế, công thức thực nghiệm bị hạn chế nhiều về phạm vi áp dụng.
2. Các nghiên cứu về KCR trong giải pháp đê, tường giảm sóng sát bờ rất ít. Chưa có cơ sở tính toán sóng tràn qua mặt cắt có KCR, tính toán thiết kế về quy mô kết cấu.
3. Kết quả nghiên cứu để xây dựng phương pháp tính ổn định, bố trí KCR đơn lẻ, bộ số liệu tương đối ít đặc biệt cấu kiện ứng dụng trong tường và đê biển. Nên khuyến cáo chưa thể sử dụng để thiết kế công trình thực tế.

Kết quả tổng quan là bức tranh chung về sự phát triển KCR. Trên cơ sở đó kiến nghị các nghiên cứu sau nên kế thừa và khắc phục các hạn chế còn tồn tại để xây dựng bộ cơ sở lý luận trong tính toán và thiết kế các loại KCR trong thực tế từ đó phát huy hiệu quả về kỹ thuật và kinh tế mà giải pháp mang lại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Trung Anh (2007), Nghiên cứu ứng dụng dạng thùng chìm bê tông cốt thép có buồng tiêu sóng trong xây dựng công trình biển ở Việt Nam. *Luận án Tiến sĩ*;

- [2] Nguyễn Việt Thanh (2014), Áp lực sóng tác dụng lên đê bán nguyệt. *Tạp chí giao thông vận tải. Số tháng 12-2014*;
- [3] Lê Thanh Chương, Trần Bá Hoàng (2017), Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của các phương án bố trí đê phá sóng xa bờ đến hiệu quả giảm sóng bằng mô hình vật lý. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam. Số 40 ISSN:1859-4255, 09-2017*;
- [4] Lê Thanh Chương, Trần Bá Hoàng (2017), Kết quả bước đầu đánh giá hiệu quả giảm sóng của cấu kiện lừng trụ mặt bên khoét lỗ rỗng tròn. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam. Số 41 ISSN:1859-4255, 12-2017*;
- [5] Tiêu chuẩn cơ sở công trình thủy lợi – đê trụ rỗng – yêu cầu thiết kế, thi công và nghiệm thu (2018). *Viện Thủy công - Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam*;
- [6] Lê Thanh Chương, Trần Bá Hoàng (2018), Nghiên cứu đánh giá hiệu quả giảm sóng của các phương án bố trí không gian đê phá sóng trong mô hình bể sóng. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam. Số 42 ISSN:1859-4255, 01-2018*;
- [7] Trần Văn Thái, Nguyễn Hải Hà (2018) Nghiên cứu ổn định đê trụ rỗng trên nền đất yếu chịu tải trọng phức tạp đứng, ngang và mô men. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam. Số 45 ISSN:1859-4255, 07-2018*;
- [8] Trần Văn Thái, Nguyễn Hải Hà, Nguyễn Thanh Tâm, Phan Đình Tuấn (2018) Tải trọng sóng tác động lên cấu kiện tiêu sóng trụ rỗng tại đỉnh đê biển theo lý thuyết và thực nghiệm. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam. Số 45 ISSN:1859-4255, 07-2018, trang 114-121*;
- [9] Nguyễn Anh Tiến, Trịnh Công Dân, Lại Phước Quý, Thiều Quang Tuấn (2018) Nghiên cứu xây dựng phương pháp tính toán hệ số truyền sóng qua đê ngầm dạng rỗng bằng mô hình vật lý. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam. Số 46 ISSN:1859-4255, 09-2018*;
- [10] Nguyễn Anh Tiến, Trịnh Công Dân, Thiều Quang Tuấn, Tô Văn Thanh (2018) Cơ sở khoa học xây dựng phương pháp tính toán hệ số truyền sóng qua đê ngầm cọc phức hợp. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam. Số 46 ISSN:1859-4255, 09-2018*;
- [11] Thiều Quang Tuấn, Đinh Công Sản, Lê Xuân Tú, Đỗ Văn Dương (2018) Nghiên cứu hiệu quả giảm sóng của đê kết cấu rỗng trên mô hình máng sóng. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam. Số 49 ISSN:1859-4255, 11-2018*;
- [12] Phan Đình Tuấn và nhóm thiết kế (2019) Hồ sơ thiết kế công trình kè tiêu sóng bảo vệ bờ biển – Dự án CHAMPARAMA RESORT & SPA (2019);
- [13] Nguyễn Anh Tiến, Thiều Quang Tuấn (2019) Nghiên cứu xây dựng công thức bán thực nghiệm tính toán hệ số truyền sóng qua đê ngầm cọc có cấu tạo phức hợp. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam. Số 53 ISSN:1859-4255, 04-2019*;
- [14] Nguyễn Thành Luân (2019) Rạn nhân tạo và khả năng ứng dụng cho bờ biển Việt Nam. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam. Số 53 ISSN:1859-4255, 04-2019*;
- [15] Trần Văn Thái, Phan Đình Tuấn (2019) Nghiên cứu sóng tràn và tương tác sóng ở mặt cắt

đê biển có kết cấu tiêu sóng trụ rồng tại đỉnh bằng mô hình vật lý. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam. Số 54 ISSN:1859-4255, 06-2019, trang 134-140;*

- [16] Phan Đình Tuấn (2019) Thiết lập mô hình thí nghiệm nghiên cứu sóng tràn qua đê biển có kết cấu hình trụ rồng tại đỉnh ở đồng bằng sông cửu long. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam, số 55 ISSN:1859-4255, 08-2019, trang 37-42;*
- [17] 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 rồng trên mô hình máng sóng. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam, số 57 ISSN:1859-4255, 12-2019;*
- [18] Lê Thanh Chương, Lê Xuân Tú, Đỗ Văn Dương (2020) Nghiên cứu ảnh hưởng của cấu kiện rồng đến sự thay đổi thông số sóng trên mô hình máng sóng. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam, số 59 ISSN:1859-4255, 04-2020;*
- [19] Phạm Thị Thúy, Lê Hải Trung, Nguyễn Mạnh Linh (2020) Hiệu quả giảm sóng của các sơ đồ bố trí reef ball trên thềm đảo nổi xa bờ. *Tạp chí khoa học kỹ thuật Thủy lợi và môi trường, số 69 ISSN:1859-3941, 06-2020;*
- [20] Phan Đình Tuấn (2021) Đánh giá các tham số ảnh hưởng tới sóng tràn qua mặt cắt đê biển có kết cấu hình trụ rồng tại đỉnh bằng mô hình vật lý. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam, số 64 ISSN:1859-4255, 02-2021, trang 26-32;*
- [21] Nguyễn Mạnh Linh, Nguyễn Ngọc Nam, Trần Đình Bắc (2021) 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. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam, số 64 ISSN:1859-4255, 02-2021, trang 26-32;*
- [22] Phan Đình Tuấn (2021) Nghiên cứu đặc tính phản xạ của kết cấu tiêu sóng đặt tại đỉnh đê biển trên mô hình vật lý. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy Lợi, Viện khoa học Thủy Lợi Việt Nam. Số 65 ISSN:1859-4255, 04-2021, trang 8-15;*
- [23] Trần Văn Thái và nnk (2021) Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu ứng dụng và hoàn thiện công nghệ tiêu tán và giảm năng lượng sóng chống xói lở bờ biển đồng bằng sông Cửu Long” mã số KC.09.08/16-20;