

SÓNG TRẦN QUA ĐÊ ĐÁ ĐỔ MÁI NGHIÊNG SỬ DỤNG KHỐI PHỦ CÁI TIỀN RAKUNA-IV

Lê Thị Hương Giang¹⁾, Thiều Quang Tuấn²⁾, Hiroshi Matsushita và Yasuomi Taki³⁾

1) Nghiên cứu sinh Khoa Công trình Thủy Lợi, e-mail: huonggiang762001@yahoo.com

2) Khoa Kỹ thuật biển, Đại học Thủy Lợi, e-mail: nguyenvanb@wru.edu.vn

3) NIKKEN KOGAKU CO.,LTD

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu trên mô hình vật lý máng sóng khả năng chiết giảm sóng tràn của khối phủ Rakuna-IV thông qua hệ số nhám γ_r . Kết quả từ 58 thí nghiệm sóng tràn cho loại khối phủ Rakuna IV so sánh với Tetrapod đã cho thấy hệ số chiết giảm sóng tràn của dạng khối phủ này không phải là một hằng số mà có xu thế phụ thuộc vào tính chất tương tác của sóng trên mái dốc.

Từ khoá: Đê chắn sóng đá đổ mái nghiêng, khối phủ dị hình, sóng tràn, Rakuna IV, Tetrapod, hệ số nhám.

1. GIỚI THIỆU

Sóng leo, sóng tràn qua đê gây sồi và trượt lở mái trong là một trong những nguyên nhân chính gây hư hỏng và mất ổn định các công trình bảo vệ cảng đặc biệt trong tình hình biến đổi khí hậu và nước biển dâng như hiện nay. Vì vậy sóng tràn là một dạng tải trọng cơ bản luôn được kể đến trong tính toán thiết kế các công trình bảo vệ cảng. Việc nghiên cứu sóng tràn đã được thực hiện rất sớm vào những năm 1950 do các nhà khoa học Châu Âu thực hiện với kết quả rất tốt và đã được áp dụng vào thiết kế và xây dựng ở nhiều quốc gia. Ở Việt Nam, khi thiết kế đê biển hay các công trình bảo vệ cảng thường lấy theo tiêu chuẩn sóng leo có nghĩa là nước do sóng gây ra không được phép vượt qua đỉnh công trình bảo vệ điều này dẫn đến đôi khi cao trình đỉnh đê quá cao làm giảm hiệu quả kinh tế. Hơn nữa trong thực tế, hầu như các công trình bảo vệ đều bị tràn nước trong mọi cơn bão đặc biệt khi tổ hợp với nước triều lên. Chính vì vậy việc nghiên cứu ứng dụng loại cấu kiện làm giảm sóng tràn trong điều kiện sóng bão ở Việt Nam là cần thiết.

2. NỘI DUNG

2.1 Cơ sở lý thuyết

Mặc dù hiện nay có rất nhiều công thức tính toán lưu lượng sóng tràn trung bình cho các công trình mái nghiêng, nhưng mục đích của nghiên cứu này không phải là đánh giá các công thức đó mà tập trung vào nghiên cứu khả năng giảm sóng tràn khi sử dụng khối phủ Rakuna IV thông qua hệ số nhám γ_r bằng việc sử dụng công thức của TAW-2002 cho sóng không vỡ:

$$Q^* = \frac{q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = 0.20 \cdot \exp\left(-2.6 \frac{R_c}{H_{m0}} \frac{1}{\gamma_r}\right) \quad (1)$$

Trong đó: γ_r là hệ số chiết giảm sóng tràn do độ nhám của khối phủ hay còn gọi tắt là hệ số nhám.

Hệ số γ_r dùng trong các công thức tính toán sóng leo cũng có thể được chấp nhận để sử dụng trong công thức tính toán sóng tràn (công thức 1). Một đặc tính quan trọng quan sát được trong trường hợp sóng leo không vỡ ($\xi_{m-1,0} \geq 1.80$) là hệ số γ_r không phải là một hằng số mà chúng tăng tuyến tính so với chỉ số vỡ $\xi_{m-1,0}$ như sau (theo Eurotop -2007)

$$\gamma_{r,surging} = \gamma_r + \frac{(\xi_{m-1,0} - 1.8)(1 - \gamma_r)}{8.2} \quad 1.8 \leq \xi_{m-1,0} \leq 10 \quad (2)$$

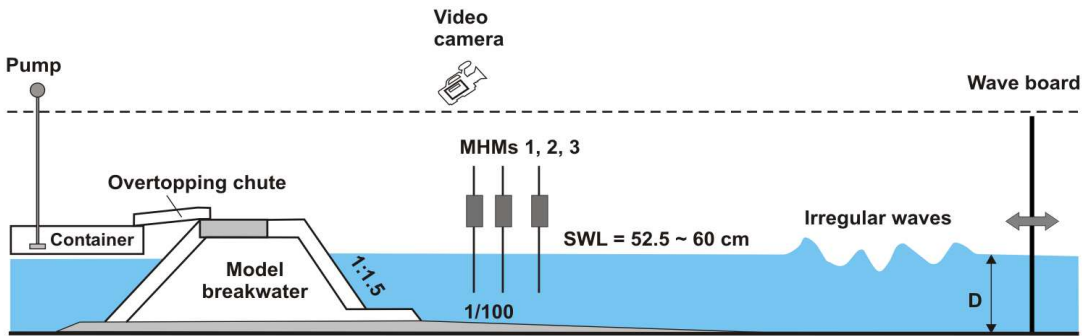
$$\gamma_{r,surging} = 1.0 \quad \xi_{m-1,0} > 10$$

Trong đó: $\gamma_{r,surging}$ là hệ số nhám dùng để tính toán sóng leo, dâng không vỡ,

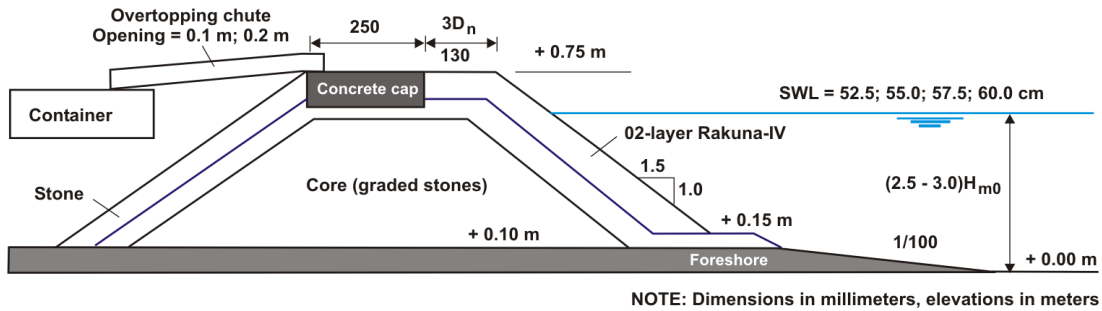
2.2 Bố trí mô hình và chương trình thí nghiệm

2.2.1. Mặt bằng và mặt cắt ngang của mô hình

Các thí nghiệm mô hình hai chiều được thực hiện trong máng sóng tại phòng thí nghiệm thủy lực tổng hợp của trường Đại học Thủy Lợi. Máng có chiều dài 45m, cao 1,2m, rộng 1m được trang bị với máy tạo sóng tiên tiến có hệ thống hấp thụ sóng phản xạ tự động (ARC = Active Reflection Compensation). Máng có thể tạo sóng đều hoặc sóng ngẫu nhiên theo một số dạng phổ sóng phổ biến như JONSWAP. Chiều cao sóng tối đa có thể tạo ra trong máng là 0.3m và chu kỳ là 3s. Sơ đồ bố trí mô hình thí nghiệm được thể hiện trong hình 1 và hình 2.



Hình 1. Mặt đứng mô hình thí nghiệm



Hình 2. Mặt cắt ngang mô hình thí nghiệm

Ba đầu đo sóng (loại điện dung) được bố trí phía trước công trình để xác định các tham số sóng theo nghiên cứu của Zelt và Skjelbreia (1992). Để phân tích sóng tràn, toàn bộ lượng nước tràn qua đỉnh đập được gom vào một container bố trí phía sau đập thông qua một máng đặt ở giữa đỉnh đập (xem hình. 1 và 2). Trong nghiên cứu này sử dụng hai loại máng đó là loại 10cm và 20cm tùy thuộc vào mức độ tràn trong mỗi thí nghiệm để tạo thuận lợi cho việc đo lưu lượng tràn qua đập.

Một số hình ảnh về mô hình thí nghiệm thể hiện trên hình 3, 4.



Hình 3. Hình ảnh mặt cắt ngang mô hình thí nghiệm



Hình 4. Bố trí máng thu sóng tràn

2.2.2 Điều kiện thí nghiệm và đo số liệu thí nghiệm

Chương trình thí nghiệm

Trong thí nghiệm này chúng tôi tiến hành thí nghiệm với sóng ngẫu nhiên có phổ dạng chuẩn JONSWAP mà được coi là phù hợp với điều kiện sóng bão ở vùng Biển Đông Việt Nam. Dựa vào kích thước khối phủ Rakuna IV ($D_n = 4.11 \text{ cm}$) và kết quả nghiên cứu trước về sự ổn định của khối có thể tính chiều cao sóng H_{m0} cho các thí nghiệm như sau:

$$H_{m0} = N_s \cdot \Delta \cdot D_n \quad (3)$$

Trong đó: N_s là hệ số ổn định của khối nghiên cứu, trong nghiên cứu này chúng tôi lựa chọn $N_s = 3,8$ (là chỉ số ổn định trung bình của Rakuna IV tại thời điểm bị phá hoại), $\Delta (=1.30)$ là mật độ tương đối của vật liệu làm khối. Từ công thức (3) ta có thể lấy $H_{m0} = 0.23m$ là giá trị chiều cao sóng lớn nhất để thí nghiệm độ ổn định. Và chúng tôi lựa chọn 4 chiều cao sóng khác nhau thay đổi từ $0.5H_{m0}$ đến $1.0H_{m0}$ để thực hiện thí nghiệm. Mỗi chiều cao sóng cần được kết hợp với nhiều độ dốc sóng, trong nghiên cứu này chúng tôi có 9 điều kiện sóng. Mỗi điều kiện sóng được thực hiện với 4 mực nước khác nhau trong máng sóng bao gồm 52.5, 55.0, 57.5 và 60cm. Tổng số có 36 thí nghiệm cho một loại khối (Rakuna IV). Tuy nhiên có một thí nghiệm được thực hiện lại nhiều lần để kiểm tra khả năng lặp lại của kết quả đo. Trong cùng một thí nghiệm, sóng tràn được xác định cho ít nhất 1000 con sóng đầu tiên. Khoảng thời gian này hoàn toàn đảm bảo dải tần số (chu kỳ) cơ bản của phổ sóng được tạo ra một cách hoàn chỉnh.

Để so sánh khả năng chiết giảm sóng tràn của khối phủ Rakuna IV với khối phủ khác, chúng tôi lựa chọn thực hiện 8 thí nghiệm với khối phủ Tetrapod với tổng số có 58 thí nghiệm.

Bảng 1. Tóm tắt các điều kiện thí nghiệm

Loại khối	Số TN	H_{m0} (m)	T_p (s)	ξ_{0m} (-)	R_c (m)	R_c/H_{m0}	Ghi chú
RAKUNA-IV	36 (50)	0.145	1.50	2.93	0.136	0.66	Sóng tràn, ổn định
		- 0.214	- 2.60	- 5.12	- 0.211	- 1.45	
TETRAPOD	08	0.145	1.5 - 2.5	3.00	0.137	0.76	Sóng tràn
		- 0.180		- 5.14	- 0.210	- 1.45	

Số liệu đo đạc

a. Thông số sóng

Chiều cao sóng H_{m0} (chiều cao sóng mô men 0) và chu kỳ phổ T_p , $T_{m-1,0}$ (Phục vụ cho việc phân tích sóng tràn) và $T_{m0,1}$ (Phục vụ cho việc đánh giá ổn định) được xác định dựa vào phổ sóng ngẫu nhiên (sau khi đã tách sóng phản xạ như nói ở trên) như sau:

$$H_{m0} = 4.005 \sqrt{m_0} \quad (4)$$

Trong đó: m_0 là mô men 0 của phổ sóng ngẫu nhiên đo được.

Chu kỳ phổ $T_{m\alpha,\beta}$ có thể xác định theo mô men phổ đo được:

$$T_{m\alpha,\beta} = \left(\frac{m_\alpha}{m_\beta} \right)^{\frac{1}{\beta-\alpha}} \quad (5)$$

Trong đó: m_α và m_β tương ứng là mô men khác nhau của mật độ phổ thứ α và β .

b. Sóng tràn

Lượng nước tràn qua đỉnh đê được thu vào container phía sau công trình được bơm ra và đo bằng những thiết bị đo thể tích chuyên dụng. Sai số trong quá trình đo thể tích sóng tràn không đáng kể và có thể bỏ qua được.

Lưu lượng sóng tràn trung bình q được xác định trong quá các thí nghiệm theo công thức sau:

$$q = \frac{V_{ovt}}{T_{ovt}} \quad (6)$$

Trong đó: V_{ovt} : Là tổng thể tích sóng tràn đo được qua các lần thí nghiệm trong khoảng thời gian T_{ovt} .

2.2.3. Trình tự thí nghiệm

1. Làm phẳng bề mặt của lớp đệm và xếp khối;
2. Chụp ảnh mái dốc trước khi thí nghiệm;
3. Bơm nước đến mực nước quy định;
4. Đo mực nước trong bể ban đầu;
5. Hiệu chỉnh các đầu đo sóng;
6. Lắp đặt các máng và thùng thu gom sóng tràn;
7. Bắt đầu thí nghiệm với các thông số sóng định trước;
8. Ghi lại các tín hiệu từ các đầu đo sóng;
9. Bơm nước từ bể thu nước tràn ra các dụng cụ đo thể tích;
10. Tháo bỏ máng thu nước tràn sau 1000 con sóng đầu tiên;

11. Chụp ảnh mái dốc cứ sau 1000 con sóng và sau khi thí nghiệm;
12. Kiểm tra độ phá hủy của mái dốc bằng mắt thường;
13. Tháo nước trong bể và dỡ bỏ các khối phủ ra khỏi mái dốc;
14. Đo tổng thể tích nước tràn.

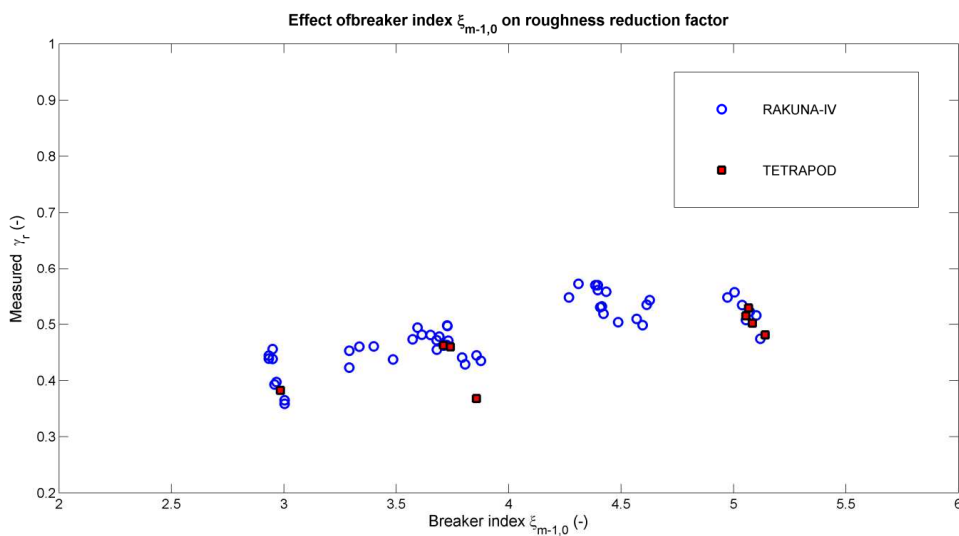
3. KẾT QUẢ

Kết quả sóng tràn thu được từ 50 thí nghiệm (bao gồm cả những thí nghiệm nhắc lại) với khối Rakuna 4 và 8 thí nghiệm với khối Tetrapod cho thấy khả năng chiết giảm sóng tràn thông qua hệ số nhám.

Trước tiên xem xét ảnh hưởng của chỉ số vỡ $\xi_{m-1,0}$ đến hệ số nhám mái dốc cho cả khối Rakuna 4 và khối Tetrapod. Hệ số nhám có thể suy ra từ công thức (1) như sau:

$$\gamma_r = \frac{\log(Q_{TAW})}{\log(Q_m)} \quad (7)$$

Trong đó: Q_{TAW} là lưu lượng không thứ nguyên lấy theo TAW-2002; thay $\gamma_r = 1.05$ vào công thức (1); Q_m là lưu lượng không thứ nguyên đo được.



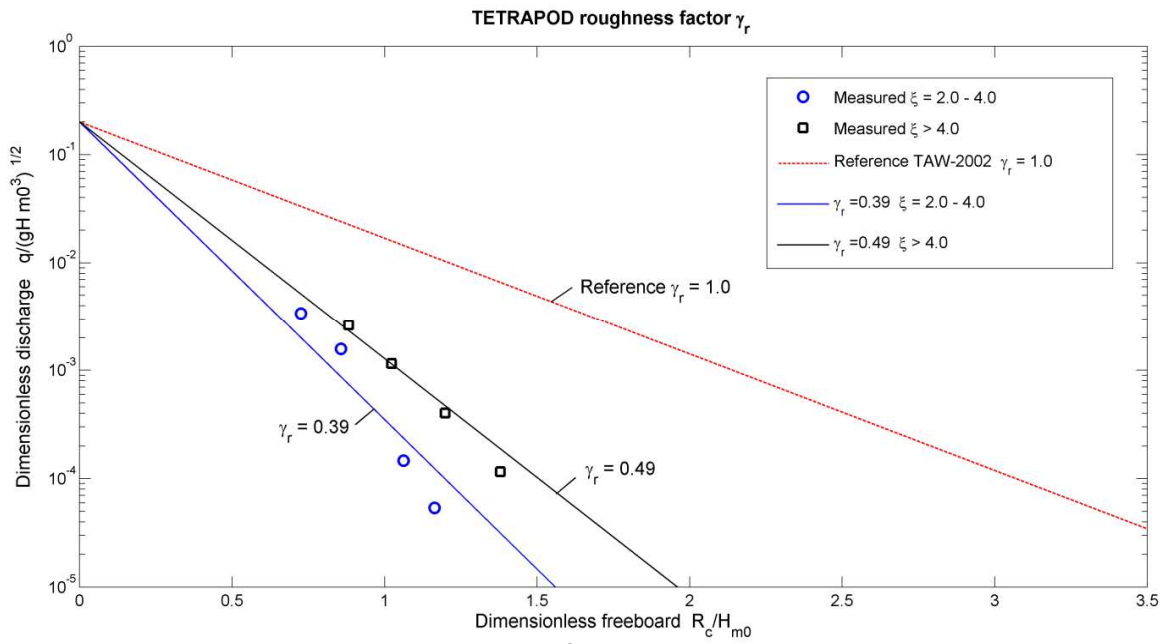
Hình 5. Biến thiên của γ_r so với $\xi_{m-1,0}$

Hình 6 cho thấy kết quả về sự biến thiên của hệ số nhám so với chỉ số vỡ $\xi_{m-1,0}$, rõ ràng hệ số nhám không phải là một hằng số mà tăng tuyến tính so với chỉ số vỡ $\xi_{m-1,0}$. Xu hướng này rất phù hợp với các kết quả quan sát được của sóng leo như đã nói phần trước. Thực hiện các thí nghiệm với 2 khoảng giá trị $\xi_{m-1,0}$ khác nhau đó là $\xi_{m-1,0} = 2.0 - 4.0$ và $\xi_{m-1,0} > 4.0$, và mỗi khoảng cho một giá trị γ_r . Tuy nhiên, hệ số nhám của Rakuna hơi nhỏ hơn so với Tetrapod.

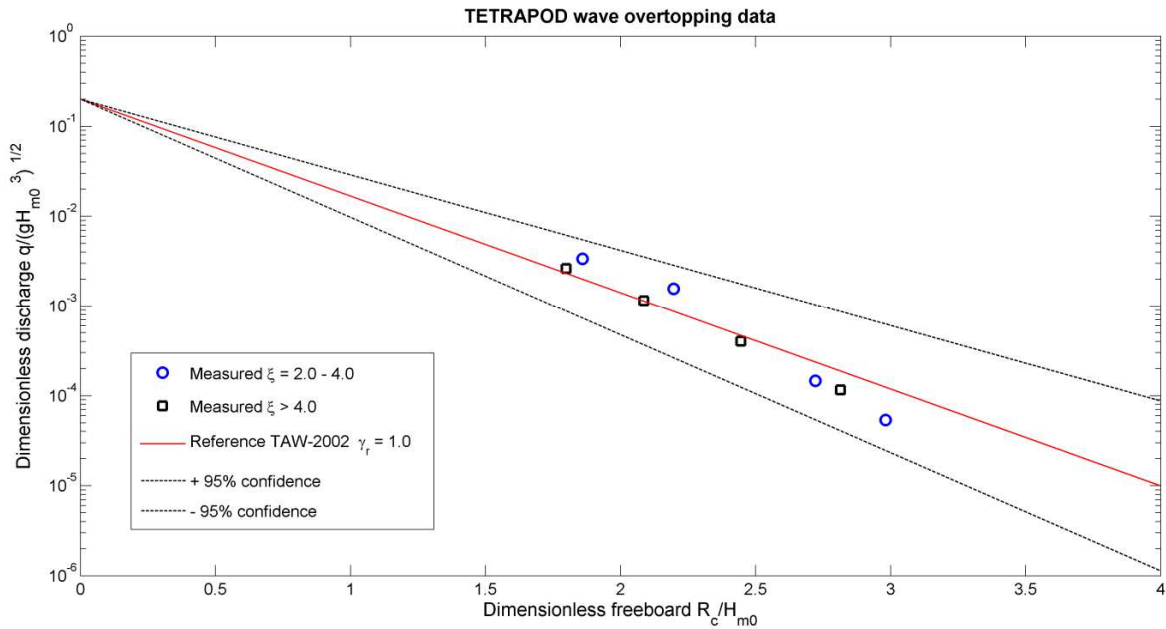
Hệ số nhám của TETRAPOD

Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về hệ số nhám của khối Tetrapod nhưng kết quả nghiên cứu trong tài liệu này chỉ dùng để kiểm tra và khẳng định mức độ tin cậy tổng thể của khối Rakuna. Hơn nữa, kết quả nghiên cứu về hệ số nhám của khối Rakuna càng được làm sáng tỏ thông qua việc so sánh với khối Tetrapod từ các nghiên cứu trước.

Hệ số nhám được xác định cho 2 khoảng giá trị $\xi_{m-1,0}$ theo hình 6. Hình 7 cho thấy kết quả hệ số nhám phù hợp với 2 khoảng giá trị này: $\gamma_r = 0.39$ với $\xi_{m-1,0} = 2.0 - 4.0$ và $\gamma_r = 0.49$ với $\xi_{m-1,0} > 4.0$ (cho đến $\xi_{m-1,0} = 5.14$).



Hình 6. Hệ số nhám của Tetrapod

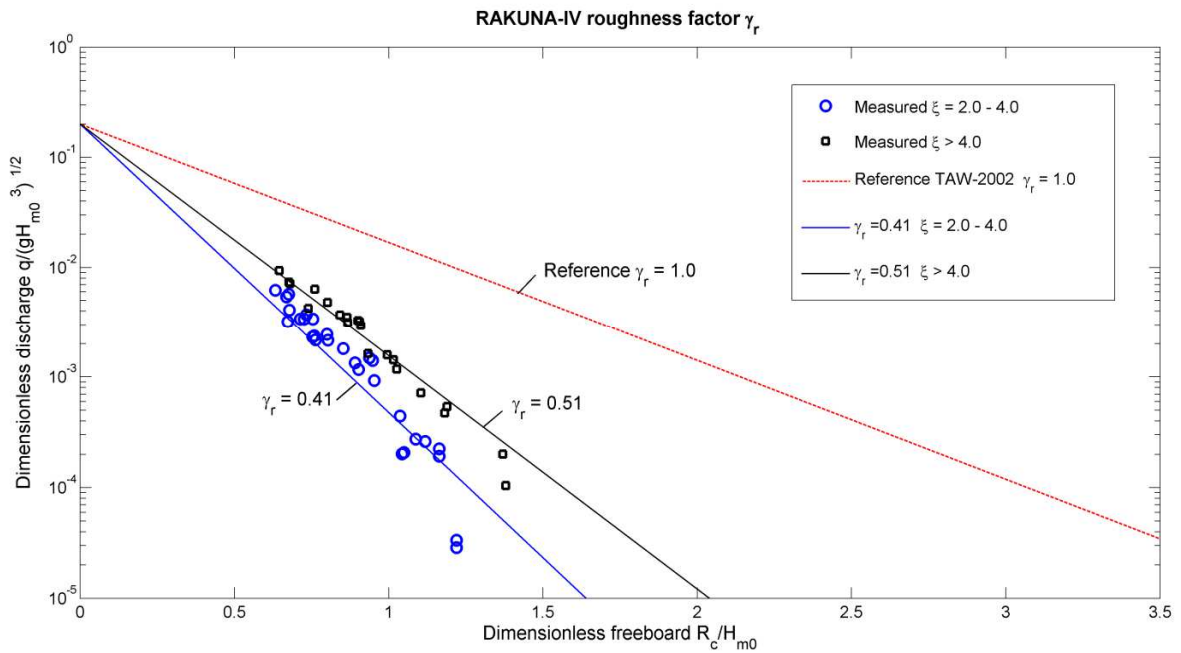


Hình 7. Kết quả sóng tràn được phân tích lại theo γ_r

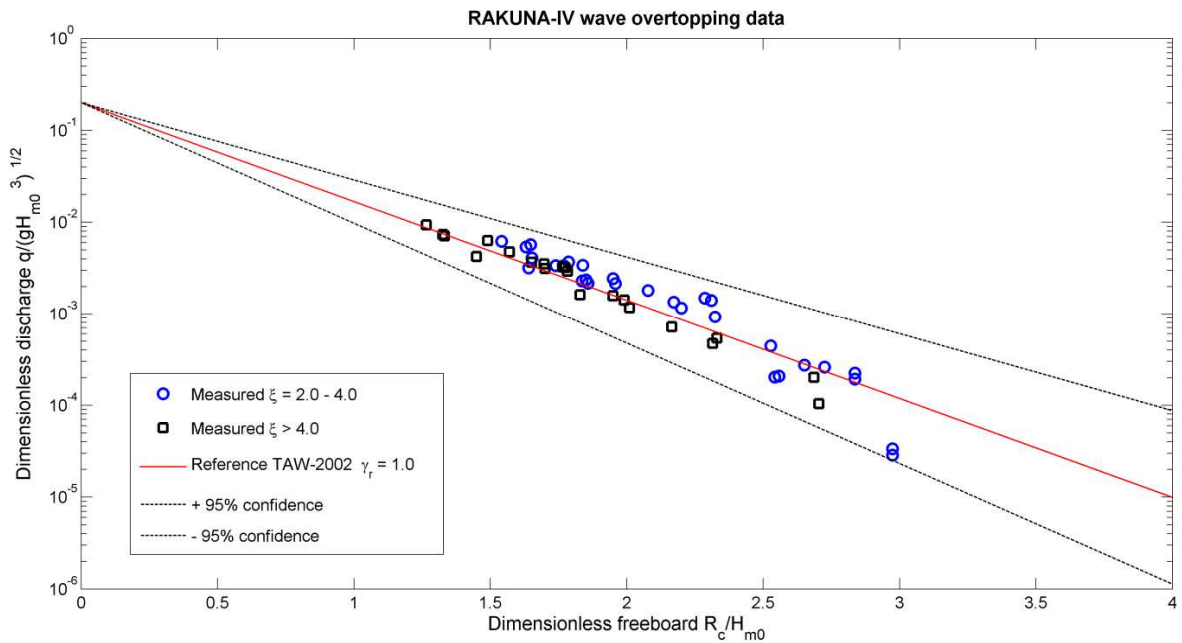
Hệ số nhám của RAKUNA-IV

Kết quả về sóng tràn từ các thí nghiệm mô hình được dùng ở đây để xác định hệ số nhám cho khối Rakuna tùy thuộc vào hệ số vỡ $\xi_{m-1,0}$. Hình 9 cho thấy hệ số nhám của Rakuna với $\xi_{m-1,0} = 2.0 - 4.0$ và $\xi_{m-1,0} > 4.0$ (cho đến $\xi_{m-1,0} = 5.12$) tương ứng $\gamma_r = 0.41$ và 0.51 . Những kết quả này hơi cao hơn so với khối Tetrapod.

Cuối cùng kết quả sóng tràn được tính toán lại theo công thức (1) với hệ số nhám tương ứng với 2 khoảng giá trị $\xi_{m-1,0}$. Kết quả tương đối phù hợp và được thể hiện trên hình 10.



Hình 8. Hệ số nhám của Rakuna



Hình 9. KQ sóng tràn được phân tích lại theo γ_r

4. KẾT LUẬN

Một chương trình thí nghiệm đã thực hiện với 2 loại khối phủ Tetrapod và Rakuna IV để nghiên cứu ảnh hưởng của độ nhám tới sự chiết giảm sóng tràn. Theo kết quả của khối Tetrapod thấy rất phù hợp với nghiên cứu của Bruce và đồng nghiệp năm 2009. Chứng tỏ các kết quả thí nghiệm trong nghiên cứu này hoàn toàn tin cậy. Hơn nữa, các thí nghiệm trong nghiên cứu này được thực hiện với phạm vi chỉ số vỡ rộng hơn và tỉ lệ mô hình cũng lớn hơn $\xi_{m-1,0} = 5.12$.

Qua nghiên cứu cho thấy hệ số nhám không phải là hằng số mà tăng tuyến tính so với chỉ số vỡ. Điều này khẳng định lại những kết quả nghiên cứu trước về hệ tượng sóng leo. Qua thí nghiệm, có thể kết luận rằng để tính toán sóng tràn chính xác hơn thì hệ số nhám nên được tính với 2 khoảng chỉ số vỡ đó là $\xi_{m-1,0} = 2.0 - 4.0$ và $\xi_{m-1,0} > 4.0$.

5. LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin bày tỏ lòng cảm ơn tới:

1. Công ty TNHH NIKKEN KOGAKU đã cung cấp khối phủ mới Rakuna IV phục vụ cho thí nghiệm cũng như sự ủng hộ của quý Công ty về mặt tài chính và chuyên môn cho nghiên cứu này.
2. Ban giám hiệu Trường Đại học Thủy lợi đã tạo điều kiện cho tác giả sử dụng phòng thí nghiệm thủy lực tổng hợp của Trường trong suốt thời gian qua.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Allsop, N.W.H. and Hettiarachchi, S.S.L., 1988. Reflections from Coastal Structures. *Proc. 21st International Conference on Coastal Engineering, ASCE*, Malaga, Spain, pp. 782–794.
- Bruce, T., Van der Meer, J.W., Franco, L., Pearson, J.M., 2009. Overtopping performance of different armour units for rubble mound breakwaters, *Coastal Engineering*, 56, pp. 166-179.
- Burcharth, H.F., Christensen, M. Jensen, T. and Frigaard, P., 1998. Influence of core permeability on Accropode armour layer stability, *Proceedings International conference coastlines, structures and breakwaters*, Institution of Civil Engineers, Thomas Telford, London, pp. 34-45.
- Hanzawa, M., Sato, H., Takahashi, S., Shimosako, K., Takayama, T., Tanimoto, K., 1996. New stability formula for wave-dissipating concrete blocks covering horizontally composite breakwaters. *Proc. 25th Int. Conf. Coastal Eng., ASCE*, pp. 1665-1678.
- Tuan, T.Q., Masushita, H., Luong, N.Q., Hai, L.T, Hai, P.T and Taki, Y., 2011. Experimental study on stability of Nikken Kogaku's new wave dissipating blocks in application to coastal protection works in Vietnam, Report of Joint Research WRU-NIKKEN KOGAKU, 137 pp.
- Van der Meer, J.W., 1988. Stability of Cubes, Tetrapods and Accropode. *Design of Breakwaters, Thomas Telford, Proc. Breakwaters '88 Conference*, Eastbourne.
- Van der Meer, J.W., 1999. Design of concrete armour layers.
- 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.
- Mase, H., Yasuda, T., Mori, N., Matsushita, H. and Reis, M.T., 2011. Effects of wave steepness and wave breaking on stability of wave dissipating blocks. *Proc. Coastal Structures*, Yokohama, Japan, accepted.
- Steendam, G.-J., van der Meer, J.W., Verhaeghe, H., Besley, P., Franco, L., van Gent, M.R.A., 2004. The international database on wave overtopping. *Proc. 29th Int. Conf. Coastal Eng., ASCE, World Scientific, Singapore*, pp. 4301–4313.