

# NGHIÊN CỨU ỔN ĐỊNH THỦY LỰC CỦA KHỐI PHỦ RAKUNA-IV TRONG TRƯỜNG HỢP XẾP RỐI VÀ SÓNG KHÔNG TRÀN

Nguyễn Quang Lương<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Thìn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Kỹ thuật Biển, Trường Đại học Thủy lợi, email: luong.n.q@tlu.edu.vn

<sup>2</sup>Phòng Đào tạo Đại học & Sau đại học, email: nvthin@tlu.edu.vn

## 1. GIỚI THIỆU CHUNG

Trong những năm gần đây, các cấu kiện khối phủ rất lớn đã được sử dụng cho nhiều công trình bảo vệ bờ biển đặc biệt là đê chắn sóng dạng đá đổ mái nghiêng ở các khu vực nước sâu. RAKUNA-IV là dạng cấu kiện tiêu sóng mới của Nhật Bản được phát minh vào năm 2007 của công ty Nikken Kogaku. RAKUNA-IV cũng có cấu tạo bốn chân như Tetrapod nhưng góc cạnh hơn và đặc biệt là có thêm 04 hốc lõm ở các chân như tên gọi của nó (xem Hình 1).

Dưới tác động của sóng, khối phủ sẽ bị dịch chuyển theo các hình thức như là trượt, quay, hoặc bị nâng ra ngoài lớp phủ. Cơ chế mất ổn định do hiện tượng các cấu kiện bê tông khối phủ bị “xoay lắc” dưới tác động của sóng (cơ chế rocking) là một cơ chế thường gặp ở dạng khối phủ liên kết hai lớp có hình dạng thanh mảnh và được xếp rối trên mái đê đá đổ.

Để nghiên cứu ổn định khối phủ trên mái dốc phải xem xét đầy đủ các yếu tố như trọng lượng, chiều cao sóng, mật độ nước, mật độ xếp khối, mái dốc, độ thấm của lõi đê, chu kỳ sóng, thời gian bão, độ cao tương đối của đỉnh đê. Đây là cơ sở khoa học để các nhà nghiên cứu đưa ra nhiều công thức tính toán ổn định khối phủ khác nhau trong nhiều năm qua.

Đã có một số nghiên cứu đã được tiến hành trước đây về ổn định của cấu kiện RAKUNA-IV nhưng mới chỉ tập trung vào ổn định thủy lực trong trường hợp khối phủ xếp đều. Tuy nhiên chưa có nghiên cứu nào về ổn định thủy lực trong trường hợp xếp rối. Đây là một vấn

đề thực tiễn mang tính cấp bách khi mà trong hầu hết các trường hợp (đặc biệt là khu vực nước sâu) các khối phủ cho đê chắn sóng dạng đá đổ thường được thi công theo phương pháp xếp rối (xem Hình 1).



**Hình 1.** Mô hình cấu kiện RAKUNA-IV (a) và công tác thi công lắp đặt khối phủ (b)

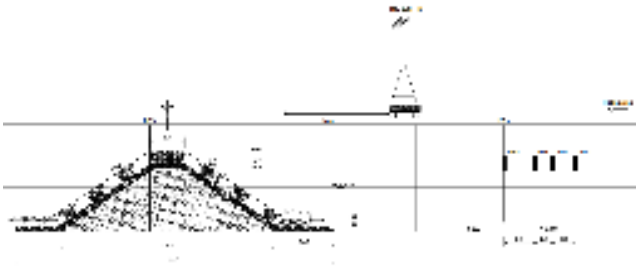
## 2. NGHIÊN CỨU ỔN ĐỊNH THỦY LỰC CỦA KHỐI PHỦ RAKUNA-IV TRONG TRƯỜNG HỢP XẾP RỐI VÀ SÓNG KHÔNG TRÀN

### 2.1. Thiết kế mô hình và bố trí thí nghiệm

Mô hình thí nghiệm gồm có 03 lớp: lớp ngoài, lớp giữa và lớp lõi (xem Hình 2). Kích thước lớp ngoài và lớp thứ hai được thu nhỏ theo tỉ lệ mô hình thông thường (theo tiêu chuẩn Froude). Dựa vào kích thước khối phủ sử dụng trên thực tế, số liệu về sóng ở vùng biển Việt Nam và khả năng đáp ứng của hệ thống thiết bị của Phòng thí nghiệm thủy lực tổng hợp, đề tài lựa chọn tỉ lệ mô hình là 1/20 (xem Hình 3).

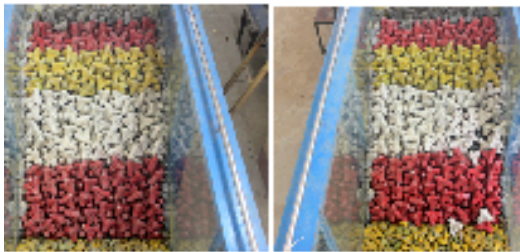
Các kịch bản thí nghiệm được thực hiện trong máng sóng Hà Lan (Holland Wave Flume) tại phòng thí nghiệm thủy lực tổng hợp của trường Đại học Thủy lợi. Máng có chiều

dài 45m, chiều cao 1,2m và chiều rộng 1m, được trang bị với máy tạo sóng dạng piston tiên tiến cùng hệ thống hấp thụ sóng phản xạ chủ động ARC cho phép tạo sóng với độ chính xác cao. Máng có thể tạo sóng đều hoặc sóng ngẫu nhiên theo một số dạng phổ sóng phổ biến biến như phổ JONSWAP (Joint North Sea Wave Project) hay Peirson-Moskowitz (PM). Chiều cao sóng ngẫu nhiên tối đa có thể tạo ra trong máng là 0.3m và chu kỳ là 3s.



**Hình 2.** Bố trí mô hình thí nghiệm trong máng sóng

04 đầu đo sóng được bố trí phía trước đê ở các khoảng cách 0.25-0.20-0.35m nhằm phân tách sóng phản xạ với sóng tới theo phương pháp của Zelt & Skjelbreia (1992).



**Hình 3.** Các cấu kiện ở các vị trí khác nhau trên mái có màu sơn khác nhau: vàng-trắng-đỏ (theo chiều từ trên đỉnh xuống chân mái)

Với mục đích nghiên cứu về ổn định của khối phủ thì một thí nghiệm được coi là hoàn chỉnh khi đạt tới 3000 con sóng hoặc khi lớp lõi bị lộ hẳn với diện tích bị lộ lớn hơn 2 lần đường kính danh nghĩa  $D_n$ . Trong quá trình thí nghiệm, một số trường hợp được chạy nhắc lại để kiểm tra độ tin cậy và chính xác của kết quả chạy trước.

Các bước hiệu chỉnh đầu đo, thu nhận và xử lý số liệu sóng được tiến hành trong bộ phần mềm HR-DAQ (Data Acquisition and Analysis Software) của HR Wallingford. Các kết quả phân tích ổn định được thực hiện bằng công cụ Excel và phần mềm MatLab.

## 2.2. Kết quả thí nghiệm

Ổn định thủy lực của khối phủ RAKUNA-IV xếp rời trong điều kiện sóng không tràn được đánh giá thông qua các tham số sau:

- Hệ số ổn định  $K_D$ ; hệ số này được xác định dựa theo công thức Hudson và tiêu chuẩn SPM (1984);

- Công thức xác định hệ số ổn định  $N_s$ ; công thức này được xác định dựa trên các nghiên cứu đã có trước đây áp dụng cho dạng khối phủ Tetrapod và RAKUNA-IV xếp đều.

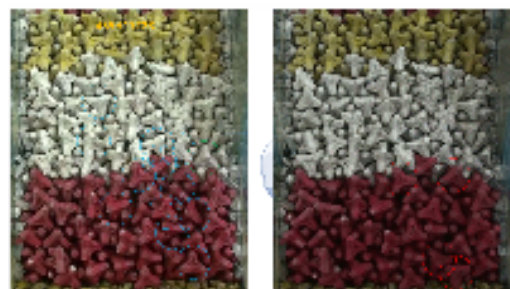
### 2.2.1 Xác định hệ số ổn định $K_D$

Số cấu kiện dịch chuyển tương đối  $N_{od}$  là một trong những thông số được sử dụng để đánh giá ổn định thủy lực của các khối phủ trên mái đê chắn sóng, được tính toán thông qua việc xác định số khối bị dịch chuyển sau mỗi thí nghiệm. Số khối dịch chuyển tương đối phụ thuộc vào bề rộng mô hình (trong trường hợp thí nghiệm  $B = 1m$ ) và đường kính danh nghĩa  $D_n$  của khối phủ.

Với giá trị chiều cao sóng gây hư hỏng nghiêm trọng cho mô hình đê chắn sóng đã được xác định ở trên là  $H_{s,D} = 0.16m$  (xem Hình 4), giá trị hệ số ổn định  $K_D$  tương ứng có thể được xác định từ công thức Hudson theo tiêu chuẩn SPM 1984 như sau:

$$K_D = \frac{1}{m} \cdot \left( \frac{1.27H_{s,D}}{\Delta D_n} \right)^3 \quad (1)$$

trong đó  $m$ ,  $\Delta$  lần lượt là hệ số mái ( $m = 1,5$ ) và  $\Delta$  là tỉ trọng tương đối của vật liệu chế tạo khối phủ ( $\Delta = 1,24$ ). Từ công thức (1) xác định được hệ số ổn định của khối phủ RAKUNA-IV trong trường hợp xếp rời và sóng không tràn là  $K_D = 9,7$ .



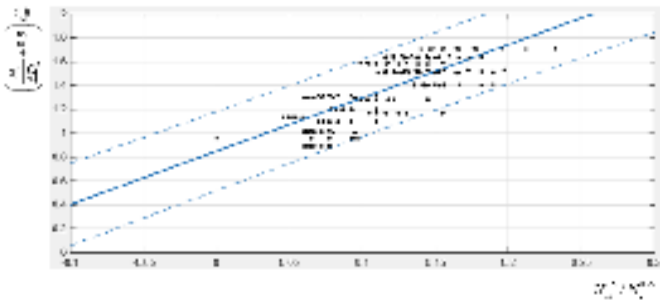
**Hình 4.** Phân tích số liệu thí nghiệm ổn định thủy lực để xác định tham số  $K_D$

### 2.2.2 Xác định công thức ổn định thủy lực trong trường hợp xếp rỏi và sóng không tràn có xét đến cơ chế xoay lắc (rocking)

Dựa vào kết quả nghiên cứu của Van der Meer (1991) áp dụng cho dạng khối phủ Tetrapod và Tuan & cộng sự (2012) áp dụng cho khối phủ RAKUNA-IV trong điều kiện xếp đều và chịu sóng tràn, dạng tổng quát của công thức ổn định thủy lực của khối phủ RAKUNA-IV trong trường hợp xếp rỏi, sóng không tràn và có xét đến cơ chế xoay lắc (rocking) có dạng như sau:

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} = \left[ a \left( \frac{N_{od}}{\sqrt{N_z}} \right)^{0.5} + b \right] \cdot s_{0m}^{-c} - 0.5 \quad (2)$$

trong đó  $N_z$  là số con sóng tính toán,  $s_{0m}$  là độ dốc sóng ứng với chu kỳ trung bình  $T_m$ ,  $N_{od}$  là số cấu kiện dịch chuyển tương đối trên dải bề rộng  $D_n$  có xét đến cơ chế xoay lắc (rocking).



**Hình 5.** Kết quả phân tích hồi quy xác định công thức tính toán chỉ số ổn định  $N_s$

Với các số liệu thí nghiệm đã thu thập và xử lý với các trường hợp số con sóng tính toán  $N_z = 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000$  và theo kết quả phân tích hồi quy bằng công cụ Curve Fitting Tool của bộ phần mềm MatLab (xem Hình 5), các hệ số  $a, b$  và  $c$  trong công thức (2) ở trên có thể được xác định như sau:

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} = \left[ 4.47 \left( \frac{N_{od}}{\sqrt{N_z}} \right)^{0.5} + 0,85 \right] \cdot s_{0m}^{-0.2} - 0.5 \quad (3)$$

Với hệ số tương quan tương ứng là  $R = 0,78$ .

### 3. KẾT LUẬN

Trong xu thế phát triển chung trên thế giới khối phủ RAKUNA-IV là dạng kết cấu mới của Nhật Bản được phát minh bởi công ty

Nikken Kogaku vào năm 2007 và đã được nghiên cứu ứng dụng cho nhiều công trình đê chắn sóng bảo vệ bề cảng và bờ biển. Bài báo đã giới thiệu nghiên cứu về ổn định thủy lực của dạng khối phủ này, bao gồm các vấn đề về công tác chuẩn bị và xây dựng mô hình, vận hành thí nghiệm, đo đạc và xử lý các số liệu thí nghiệm thu được. Các kết quả nghiên cứu bao gồm hệ số ổn định thủy lực  $K_D$  và công thức xác định chỉ số ổn định  $N_s$ .

Các kết quả nghiên cứu dự kiến có thể sẽ được áp dụng để tính toán thiết kế các công trình đê chắn sóng đá đổ mái nghiêng trong thực tế nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế, kỹ thuật. Đây cũng sẽ là một tài liệu tham khảo tốt cho các cán bộ kỹ thuật làm công tác tư vấn thiết kế và thi công công trình biển, đặc biệt là đê chắn sóng đá đổ mái nghiêng trong thực tế nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế, kỹ thuật, giảm chi phí khắc phục hay sửa chữa đối với đê chắn sóng trong thời gian làm việc.

### 4. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Steven A. Hughes (1993). Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering.
- [2] Thieu Quang Tuan, Hiroshi Matsushita, Yasuomi Taki, Nguyen Quang Luong (2012). Stability of newly-improved wave dissipating blocks for rubble mound breakwaters. Proceedings of the 4th International Conference on Estuaries and Coasts (ICEC-2012), Hanoi, Vietnam, 8-11 October 2012. pp. 361-369.
- [3] Keulegan, G. G. (1973). Wave Transmission Through Rock Structures. Research Report H-73-1, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi.
- [4] Van der Meer, J.W., and G. Heydra. 1991. Rocking armour units: Number, location and impact velocity, Coastal Engineering, 15, 21-39.
- [5] Lê Thị Hương Giang (2015). Nghiên cứu đánh giá ổn định của khối phủ RAKUNA-IV cho đê chắn sóng đá đổ mái nghiêng. Luận án tiến sĩ.