

# Ứng dụng khối phủ cho công trình bảo vệ cảng và bảo vệ bờ tại Việt Nam hiện nay - cơ sở lý thuyết tính toán sóng tràn qua các công trình bảo vệ

■ PGS. TS. LÊ THỊ HƯƠNG GIANG; ThS. VŨ THỊ CHI

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

**TÓM TẮT:** Việt Nam là một trong 5 nước chịu ảnh hưởng lớn nhất của biến đổi khí hậu và nước biển dâng nên các công trình bảo vệ bờ biển và bảo vệ bờ biển đã được quan tâm xây dựng trong thời gian gần đây. Tuy nhiên, do hạn chế về kinh tế lẫn kỹ thuật nên việc ứng dụng các dạng khối phủ mới ở nước ta còn rất nhiều hạn chế. Hầu hết các công trình đê chắn sóng và bảo vệ bờ hiện nay đều sử dụng các dạng khối phủ truyền thống như khối lập phương và Tetrapod. Ưu điểm của dạng khối phủ truyền thống này là dễ chế tạo, tuy nhiên tính năng và hiệu quả ổn định thấp nên hiệu quả kinh tế đem lại chưa cao. Trong bối cảnh hội nhập và chiến lược quốc gia về tăng trưởng về kinh tế biển như hiện nay thì việc ứng dụng các dạng cấu kiện tiêu sóng mới, có tính năng ổn định tốt đem lại hiệu quả kinh tế kỹ thuật cao hơn và phù hợp với điều kiện ở nước ta do vậy là hết sức cần thiết. Nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho việc lựa chọn loại khối phủ phù hợp, tác giả tiến hành nghiên cứu tổng quan các loại khối phủ đã được sử dụng cho các công trình bảo vệ ở nước ta hiện nay và hệ thống logic lý thuyết tính toán cho mỗi loại khối phủ trong trường hợp có và không có sóng tràn.

**TỪ KHÓA:** Đê chắn sóng, đê đá đổ mái nghiêng, khối phủ tiêu sóng, cảng.

**ABSTRACT:** Vietnam is one of the five countries Which are most affected by climate change and sea level rise, so protective harbor and coast works have been paid attention to in recent times. However, due to economic and technical limitations, the application of new coatings in our country is still very limited. Most of the current breakwaters and shore protection constructions use traditional armour units such as cube and Tetrapod. The advantage of this traditional armour block form is that it is easy to fabricate, but the performance and stability are low, so the economic efficiency is not high. In the current context of integration and national strategy for marine economic growth, the application of new

types of wave dissipating block with good stability features brings higher technical and economic efficiency is totally necessary. In order to be easy in choosing the proper type of armour block, the author conducts an overview study on the types of armour blocks that have been used for protection works in our country today together with their calculating theories in the case of with and without overtopping.

**KEYWORDS:** Breakwater, rubble mound breakwater, wave dissipating block, protection work.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đã từ lâu, cùng với sự phát triển vượt bậc của ngành Hàng hải, hệ thống hạ tầng kỹ thuật tại cảng phục vụ cho tàu ra vào neo đậu làm hàng cũng phát triển, trong đó có hệ thống công trình bảo vệ bờ và bảo vệ cảng và từ đó các dạng khối phủ để gia cố cho các công trình này được ra đời. Sau sự ra đời của khối phủ Tetrapod năm 1950 là một số loại khối bê tông khác dùng cho đê chắn sóng như là: Tribar (1958), khối hình lập phương cải tiến (US, 1959), khối Stabit (U.K., 1961), Tripod (1962), khối Akmon (Netherlands, 1962), khối Dolos (South Africa, 1963), Anifer Cube (1973), khối Seabee (Australia, 1978), khối Accropode (France, 1981), khối Hollow Cube (Germany, 1991), Core-loc (1994), khối A-jack (U.S., 1998), khối Xbloc (Netherlands, 2003) và khối Rakuna IV, Grasp (Nhật Bản, 2007)...

## 2. ỨNG DỤNG MỘT SỐ LOẠI KHỐI PHỦ PHỔ BIẾN

*\* Cấu kiện Cube (modified):*

Loại khối bê tông đầu tiên dùng cho đê mái nghiêng là loại khối dễ chế tạo nhất - khối lập phương hoặc khối hộp, ứng dụng với mọi độ sâu và chiều cao sóng  $h = 5-6$  m. Loại khối bê tông này có ưu điểm nặng, dễ chế tạo, song lại tốn bê tông hơn khối dị dạng. Sau này, nhiều nơi đã điều chỉnh, biến tấu khối lập phương, khối hộp đi thành Cube (modified) mới.



**CUBE**

Hình 2.1: Cấu kiện Cube, Cube (modified)

**\* Cấu kiện Tetrapod:**

Tetrapod được sáng chế năm 1950 tại Phòng Thí nghiệm Dauphinois d'Hydraulique ở Grenoble, Pháp (nay Sogreah) và ứng dụng nhiều nhất trong các khối dị dạng. Ngày nay, với công nghệ hiện đại, Tetrapod được sản xuất công nghiệp hoặc là đúc ngay tại hiện trường với nhiều loại kích thước, trọng lượng khác nhau.

Ở Việt Nam hiện nay, cấu kiện này cũng đã và đang được sử dụng rộng rãi trong thiết kế và thi công các công trình cảng biển và đê chắn sóng như: Kè C1, C2 Phan Thiết - Bình Thuận, cảng đảo Phú Quý, cảng Bạch Long Vĩ - Hải Phòng, đê ngăn cát - giảm sóng ở Cửa Lò - Nghệ An, đê chắn sóng ở Cô Tô - Quảng Ninh, đê biển Nghĩa Hưng - Nam Định...



Đê chắn sóng ở Cô Tô - Quảng Ninh

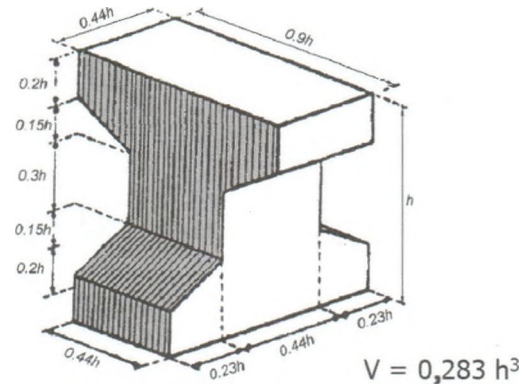


Đê chắn sóng cảng Tiên Sa - Đà Nẵng

Hình 2.2: Khối Tetrapod

**\* Cấu kiện Akmon:**

Khối Akmon được nghiên cứu thử nghiệm ban đầu ở Hà Lan và sau đó áp dụng ở nhiều tuyến đê chắn sóng mái nghiêng ở Tây Âu.



Hình 2.3: Cấu kiện Akmon

**\* Cấu kiện Dolosse:**

Nguyên tắc làm việc của Dolosse là làm phân tán năng lượng của sóng chứ không phải là ngăn chặn. Thiết kế của Dolosse làm lệch năng lượng sóng qua một bên, khiến cho năng lượng sóng sẽ khó tập trung như đối với các bề mặt phẳng, mặc dù Dolosse thường được đặt tại phần đỉnh của mỗi công trình bằng cần cẩu. Theo thời gian, các khối cấu kiện có xu hướng xit lại gần nhau hơn dưới tác động của sóng. Thiết kế của Dolosse đảm bảo rằng các cấu kiện sẽ lồng vào nhau nhưng vẫn tồn tại các khe rỗng giữa các cấu kiện.



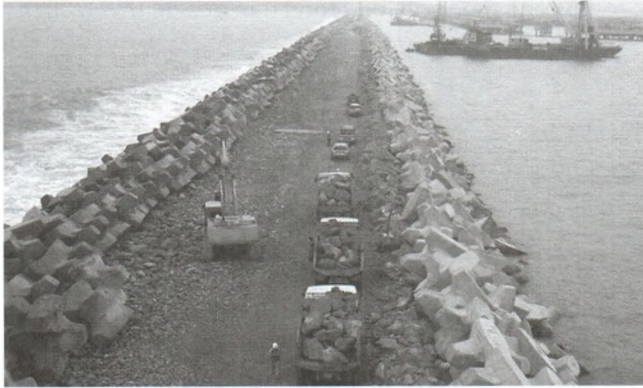
Hình 2.4: Cấu kiện Dolosse

**\* Cấu kiện Acropode, Ecopode TM:**

Accropode là dạng cấu kiện bê tông phá sóng được phát triển bởi Sogreah vào năm 1981, với mục đích thay thế việc sử dụng các khối đá lớn để bảo vệ chân và mái đê chắn sóng. Accropode thường được xếp một lớp trải từ chân đê lên đến đỉnh và ngày nay Accropode đang được sử dụng rộng rãi trên thế giới.



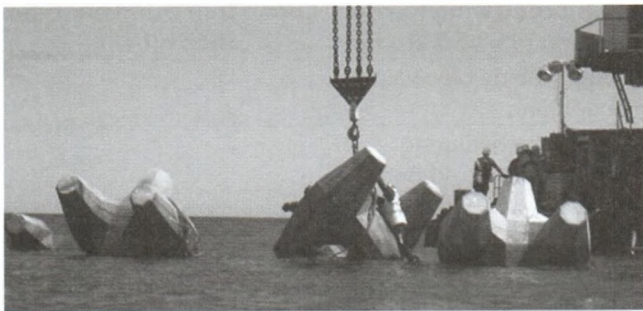
Hình 2.5: Accropode tại xưởng đúc



Hình 2.6: Accropode sử dụng tại đê chắn sóng cảng Dung Quất - Quảng Ngãi

**\* Cấu kiện Core-Loc:**

Core-Loc là một cấu kiện chắn sóng, bảo vệ mái có tác dụng tương tự như Tetrapode, nhưng nguyên lý ổn định và hình dạng của nó có sự khác nhau. Khi thi công, các cấu kiện này được sắp xếp lại với nhau theo trình tự và nguyên lý của nó để có thể liên kết và ngàm chặt vào nhau để đảm bảo điều kiện làm việc đồng thời và vững chắc trước sự phá hoại của sóng biển.

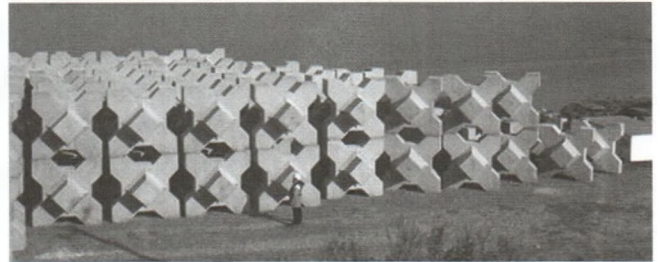


Hình 2.7: Cấu kiện Core-Loc 1994 (US Corps)

**\* Cấu kiện X-Bloc:**

Xbloc là dạng cấu kiện gia cố có lợi ích nhất về kinh tế. Theo tính toán, trung bình khi sử dụng cấu kiện Xbloc cho

lớp bảo vệ sẽ tiết kiệm khoảng 15% lượng bê tông so với các loại lớp phủ gia cố khác. Sự chênh lệch này là do hệ số ổn định cao của các cấu kiện Xbloc trong khi yêu cầu về mật độ lại nhỏ, cả hai ưu điểm trên khiến Xbloc cần một lượng bê tông theo yêu cầu thấp hơn. Bên cạnh đó, Xbloc không nhất thiết phải có sự đan xen, lồng vào nhau giữa các cấu kiện nên việc xếp đặt các khối Xbloc là khá đơn giản so với các khối khác dẫn đến làm giảm thời gian thi công và chi phí tổng thể.

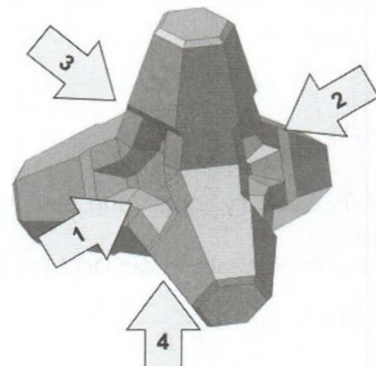


Hình 2.8: Cấu kiện Xbloc và một số hình ảnh về cấu kiện này

**\* Cấu kiện Rakuna-IV:**

Rakuna- IV là cấu kiện triệt tiêu sóng loại mới dạng 4 chân đối xứng xuyên tâm với 4 hốc lõm trên bề mặt. Bốn hốc lõm này đã đem lại rất nhiều lợi ích:

- Độ nhám tăng lên nhờ các hốc lõm -> Làm tăng hiệu quả triệt tiêu sóng;
- Chân cấu kiện được cài vào cá hốc lõm -> Kiểm soát được sự lan tỏa của hư hại và tăng độ ổn định chịu sóng;
- Tỷ lệ rỗng lớn (56,5%)-> Giảm chi phí;
- Các hốc lõm tạo ra nhiều dạng không gian khác nhau -> Cung cấp không gian sống cho nhiều loại sinh vật, thực vật.



Hình 2.9: Cấu kiện Rakuna-IV, Nhật Bản

\* Cấu kiện A-jack:

Ứng dụng của A-jack trong kỹ thuật biển thường là đê chắn sóng, bảo vệ mái, đá ngầm nhân tạo và phát triển năng cao môi trường sống.

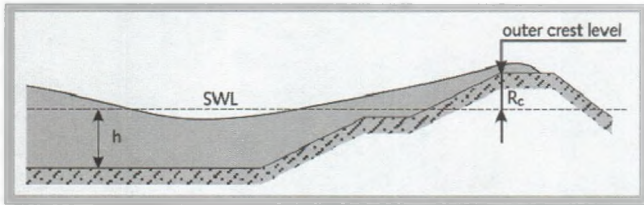


Hình 2.10: Cấu kiện A-Jack

### 3. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CỦA KHỐI PHỦ KHI CÓ SÓNG TRẦN

#### 3.1. Tổng quan về sóng tràn

Nước bị đẩy tràn qua đỉnh đê do động năng của sóng khi mà đỉnh đê vẫn còn cao hơn mực nước biển được gọi là sóng tràn (Hình 3.1).



Hình 3.1: Sóng tràn qua đỉnh đê

- Các tham số chi phối sóng leo sóng tràn:

Ngoài các đặc trưng kết cấu hình học công trình, các tham số sóng đặc biệt là tại chân đê chính là điều kiện tải trọng quyết định đến tính chất của sóng tràn qua công trình bảo vệ.

Một tham số đặc biệt phản ánh sự tương tác giữa sóng và công trình, đó là chỉ số Iribaren.

$$\xi_{0m} = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{S_m}} \quad (1)$$

Trong đó:  $\xi_{0m}$  - Chỉ số Iribaren được tính với chu kỳ đặc trưng  $T_m$  (khác với  $\xi_p$  được tính với chu kỳ đỉnh sóng  $T_p$ ),  $S_m$  đặc trưng cho độ dốc của sóng.

$$S_m = \frac{H_{m0}}{L0} = \frac{2\pi H_{m0}}{gT_m^2} \quad (2)$$

#### 3.2. Sóng tràn qua đê biển mái dốc

Công thức của Owen:

$$\frac{q}{gH_s T_m} = a \cdot \exp\left(-b \cdot \frac{R_c}{T_m \sqrt{gH_s}}\right) \quad (3)$$

$$\frac{q}{gH_s T_m} = \exp\left(-\frac{R_c}{T_m \sqrt{gH_s}} \cdot \frac{1}{\gamma_r}\right)$$

Trong đó:  $T_m$  - Chu kỳ sóng trung bình;  $\gamma_r$  - Hệ số độ nhám của mái đê.

Công thức của De Waal and Van Der Meer (1992):

$$\frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} = 8,10^{-5} \exp\left(3,1 \frac{R_{u2\%} - R_c}{H_s}\right) \quad (4)$$

Trong đó:  $R_{u2\%}$  - Chiều cao sóng leo 2%.

Bộ công thức tính toán sóng tràn qua đê TAW (2002):

Cho sóng nhảy vỡ  $\gamma_b \xi_{0m} \leq \xi_{cr} \approx 2,0$ .

$$\frac{q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = \frac{0,067}{\sqrt{\tan \alpha}} \cdot \gamma_b \cdot \xi_{0m} \cdot \exp\left(-4,30 \cdot \frac{R_c}{H_{m0}} \cdot \frac{1}{\xi_{0m}} \cdot \frac{1}{\gamma_b \gamma_r \gamma_\beta \gamma_v}\right) \quad (5)$$

Cho sóng dâng vỡ (không vỡ),  $7,0 > \gamma_b \xi_{0m} > \xi_{cr} \approx 2,0$

$$\frac{q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = 0,20 \cdot \exp\left(-2,3 \cdot \frac{R_c}{H_{m0}} \cdot \frac{1}{\gamma_r \gamma_\beta}\right) \quad (6)$$

Khi sóng vỡ nhiều trên bãi rất nông,  $\xi_{0m} \geq 7,0$

$$\frac{q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = 0,21 \frac{1}{\gamma_r \gamma_\beta} \cdot \frac{R_c}{H_{m0} (0,33 + 0,022 \xi_{0m})} \quad (7)$$

#### 3.3. Sóng tràn qua đê chắn sóng mái nghiêng

Lưu lượng sóng tràn qua đê phá sóng mái nghiêng được xác định tương tự như cho trường hợp sóng không vỡ của đê biển như sau:

$$\frac{q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = 0,20 \cdot \exp\left(-2,3 \cdot \frac{R_c}{H_{m0}} \cdot \frac{1}{\gamma_r \gamma_\beta}\right) \quad (8)$$

Theo Owen (1980, 1982), lưu lượng tràn trung bình qua đê chắn sóng mái nghiêng không có tường đỉnh, không có cơ đê có thể được xác định như sau:

$$\frac{q}{g \cdot H_s \cdot T_{0m}} = a \cdot \exp\left(-b \cdot \frac{R_c}{H_{m0}} \cdot \sqrt{\frac{S_{0m}}{2\pi}} \cdot \frac{1}{\gamma_r}\right) \quad (9)$$

#### 3.4. Lưu lượng sóng tràn cho phép

Trong quá trình thiết kế các công trình bảo vệ cảng sẽ dẫn đến khái niệm lưu lượng sóng tràn cho phép hay còn gọi là tiêu chuẩn sóng tràn. Tiêu chuẩn sóng tràn được xác định thông qua các phân tích đánh giá về các mặt kinh tế, chính trị và xã hội (Bảng 3.1 và 3.2).

Bảng 3.1. Tiêu chuẩn sóng tràn đối với đỉnh và mái trong công trình đê (Eurotop, 2018)

Dạng công trình và chất lượng mái phía trong	Lưu lượng tràn trung bình cho phép q(l/s/m)
Công trình đê biển và mái kè nghiêng	
Mái trong chất lượng không xác định, không bảo vệ	0,1
Mái cỏ mọc tốt trên nền đất sét	<1 - 10
Mái trong chất lượng tốt	<50 - 200
Mặt đường lát hoặc bảo vệ bằng cấu kiện	200
Bảo vệ đơn giản hoặc chỉ trồng cỏ	50

Bảng 3.2. Tiêu chuẩn sóng tràn dành cho bộ hành (Eurotop, 2018)

Đối tượng và mức độ nguy hiểm	Lưu lượng tràn TB q (l/s/m)	Thể tích tràn max V <sub>max</sub> (l/m)
Cán bộ kỹ thuật đã qua đào tạo, chịu ướt, nước tràn nhẹ không có áp lực, ít khả năng bị té ngã	1 - 10	500 ở tầm thấp

Đối tượng và mức độ nguy hiểm	Lưu lượng tràn TB q (l/s/m)	Thể tích tràn max $V_{max}$ (l/m)
Người thường có ý phòng ngừa, tầm quan sát ra biển rõ, lối đi rộng	0,1	20 - 50 ở tầm cao hoặc lưu tốc lớn

**Bảng 3.3. Tiêu chuẩn sóng tràn dành cho lưu thông xe cộ (Eurotop, 2018)**

Đối tượng và mức độ nguy hiểm	Lưu lượng tràn TB q (l/s/m)	Thể tích tràn max $V_{max}$ (l/m)
Lái xe ở vận tốc thấp, lớp nước tràn bé, tràn nhẹ không áp lực, xe không bị ngập nước	10 - 50	100 - 1.000
Lái xe ở vận tốc lớn và vừa, tràn mạnh có áp lực phun, lưu tốc tràn cao	0,01 - 0,05	5 - 50 trên cao hoặc lưu tốc lớn

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã hệ thống lại một cách logic quá trình phát triển của các loại khối phủ và tổng quan các loại khối phủ sử dụng phổ biến trên thế giới và Việt Nam. Tác giả đã nghiên cứu và hệ thống toàn bộ cơ sở lý thuyết phục vụ cho việc tính toán ổn định khối phủ trong các trường hợp có và không có sóng tràn. Đây là nội dung quan trọng để đưa vào tính toán cho các công trình thực tế mà tác giả sẽ đề cập tới ở bài báo sau.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT21-22.67.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Phạm Văn Giáp, Nguyễn Ngọc Huệ, Nguyễn Hữu Đẩu, Đinh Đình Trường (2000), *Bể cảng và đê chắn sóng*, NXB. Xây dựng.
- [2]. Lương Phương Hậu, Hoàng Xuân Lương, Nguyễn Sỹ Nuôi, Lương Giang Vũ (2001), *Công trình bảo vệ bờ biển và hải đảo*, NXB. Xây dựng.
- [3]. Công ty TVXD CTHH (1995), *Quy hoạch phát triển hệ thống cảng biển Việt Nam đến năm 2010*, tập I/IV
- [4]. Thieu Quang Tuan, Hiroshi Matsushita, Yasuomi Taki and Nguyen Quang Luong (2012), *Stability of newly-improved wave dissipating blocks for rubble mound breakwaters, in proceedings of 4th International Conference on Estuaries and Coasts (ICEC)*, Water Resources University, Hanoi, Vietnam.
- [5]. TAW (2002), *Technical Report Wave Run-up and Wave Overtopping at Diske*, Technical Advisory Committee on Flood Defence, Delft, The Netherlands.
- [6]. *Tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế đê biển (Ban hành kèm theo Quyết định số 1613/QĐ-BNN-KHCN ngày 09/7/2012 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn)*.
- [7]. U.S. Army Corps Engrs (1984. 4th ed), *Shore Protection Manual*, Coastal Eng. Res. Center, U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C.

[8]. Le Thi Huong Giang, Thieu Quang Tuan, Ho Si Minh (2012), *ON THE USE OF WAVE DISSIPATING BLOCKS IN BREAKWATERS AND COASTAL PROTECTION WORKS IN VIETNAM*, Coastal Engineering, ICEC 2012.

**Ngày nhận bài: 19/4/2022**

**Ngày chấp nhận đăng: 25/5/2022**

**Người phản biện: TS. Phạm Văn Sỹ**

**PGS. TS. Trần Khánh Toàn**