

# RẠNG NHÂN TẠO VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CHO BỜ BIỂN VIỆT NAM

Nguyễn Thành Luân

Phòng Thí nghiệm trọng điểm quốc gia về động lực học sóng biển

**Tóm tắt:** Hiện nay có nhiều giải pháp công trình bảo vệ bờ biển chống xói lở như đê biển, kè lát mái, tường chắn sóng, kè mỏ hàn, đê chắn sóng tách bờ... Đê chắn sóng tách bờ có tác dụng giảm năng lượng sóng, giảm xói, gây bồi là giải pháp tương đối toàn diện, được đánh giá cao với các dạng nhô và ngầm. Các kết cấu sử dụng thường là các khối bê tông đúc sẵn, đá đổ, dải ngầm... Trong đó các rạn nhân tạo (Artificial Reefs) là dạng công trình đa mục tiêu nhằm để bảo vệ bờ biển, kích thích hệ sinh thái biển và phát triển du lịch, rất phù hợp với nhiều loại hình bờ biển Việt Nam hiện nay. Bài báo sẽ cung cấp một số thông tin tổng quan ban đầu nhằm phục vụ việc nghiên cứu ứng dụng rạn nhân tạo để bảo vệ bờ biển Việt Nam.

**Từ khóa:** rạn nhân tạo, Reefball, Geotube, đê chắn sóng, xói lở, bồi tụ

**Summary:** At present, there are many solutions to protect the coast from erosion such as sea dykes, revetments, seawall, detached breakwater.... Detached breakwater reduces wave, erosion, accretion whichs is a relatively comprehensive solution, is appreciated with emerged and submerged form. Structures used are usually prefabricated concrete blocks, paving stones, reefs ... In which Artificial Reefs are multi-purpose structures designed to protect the coast, stimulate the sea ecosystem and tourism development, very suitable for many types of coastal Vietnam, today. The article will provide some initial overview information for research on the application of artificial reefs to protect the coast of Vietnam.

**Keywords:** artificial reefs, Reefball, Geotube, breakwater, erosion, accretion

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bờ biển là vùng quá độ giữa lục địa và biển, là một tổng thể tự nhiên đặc sắc chứa đựng các tài nguyên vô cùng phong phú. Đồng thời, đây cũng là nơi chịu các mối nguy hiểm thiên nhiên thường xuyên bao gồm: lũ lụt, tác động của bão và xói lở bờ biển. Tuy vậy, nó liên tục điều chỉnh để thay đổi theo các quá trình của sóng, triều và nguồn bùn cát cung cấp. Hệ quả là, có những vị trí bờ biển tiến hoặc thoái lui. Đây là một quá trình tự nhiên và mong muốn đường bờ biển cát. Các nhà quản lý bờ biển thường đối mặt với tình trạng xâm thực, xói lở bờ biển. Các nguyên nhân có thể là các quá trình tự nhiên (sóng, thủy triều, dòng chảy...), tác động của con người (khai thác cát, công

trình ven biển) đã góp phần làm thay đổi bờ biển. Các biện pháp đối phó nhằm kiểm soát xói lở phụ thuộc vào đặc điểm địa mạo, các quá trình thủy động lực và vận chuyển bùn cát. Khi đó một giải pháp ngay lập tức có thể áp dụng để ngăn chặn xói lở bờ biển với các kết cấu cứng như đê chắn sóng, mỏ hàn, kè bảo vệ bờ... Ngày nay, các giải pháp vẫn được áp dụng, nhưng đã thay đổi nhiều về hệ kết cấu, vật liệu nhằm tiết kiệm về chi phí xây dựng, đảm bảo mục tiêu giảm sóng, ngăn chặn xói lở và thậm chí tăng cường môi trường sinh thái ven biển. Rạn nhân tạo (Artificial Reefs) hoặc dải ngầm là dạng công trình đa mục tiêu nhằm để bảo vệ bờ biển, kích thích hệ sinh thái biển và phát triển du lịch. Về mặt nguyên lý thì rạn nhân tạo (viết tắt là RNT hoặc ARs) hoạt động tương tự như đê ngầm giảm sóng, có tác dụng làm giảm năng lượng sóng ở vùng gần bờ, từ

Ngày nhận bài: 08/01/2019

Ngày thông qua phản biện: 23/02/2019

Ngày duyệt đăng: 26/3/2019

đó hạn chế tác động gây xói lở bãi biển và nâng cao sự an toàn cho người tắm biển. RNT có thể được xây dựng bằng nhiều loại vật liệu, cấu kiện khác nhau như đá đổ, khối bê tông, ống vải địa bơm cát, hay bao tải cát. Trên thế giới, Rạn nhân tạo được sử dụng từ rất sớm với nhiều mục đích khác nhau: bảo vệ bờ biển, chống giặc ngoại xâm... Việc sử dụng rạn nhân tạo vào phát triển nguồn lợi thủy sản được Nhật Bản bắt đầu từ những năm 1600. Sau một thời gian xây dựng rạn san hô nhân tạo bằng cao su và đá tảng để trồng tảo bẹ, người Nhật đã phát hiện ra rằng ngoài tảo bẹ phát triển thì mật độ cá ở vùng thả rạn tăng lên theo thời gian và đây cũng là nền tảng cho việc phát triển rạn nhân tạo để bảo vệ và phát triển nguồn lợi thủy sản. Tuy nhiên, việc nghiên cứu, ứng dụng rạn nhân tạo được phát triển từ những năm 1970, cho đến nay đã có gần 50 quốc gia và vùng lãnh thổ trên thế giới ứng dụng công nghệ này để bảo vệ bờ biển, tái tạo, phát triển nguồn lợi thủy sản. Nghiên cứu này chỉ tập trung vào việc đánh giá tổng quan liên quan đến kết cấu, khả năng giảm sóng gây bồi, bảo vệ bờ biển. Đây là những nội dung quan trọng giúp các nhà khoa học, nhà đầu tư, nhà quản lý có cơ sở để xem xét áp dụng cho những khu vực cần bảo vệ vùng ven biển Việt Nam.

## 2. ĐẶC ĐIỂM CHUNG RẠN NHÂN TẠO

Tùy thuộc vào những mục đích khác nhau, vật liệu và kết cấu, cũng như các yếu tố về vị trí khu vực đang được xem xét, tiêu chuẩn thiết kế cho các dạng công trình này không dễ dàng xác định sẵn được.

Rạn đá granite Cable Station, xây dựng năm 1999 ở tây Australia, được biết tới là dải ngầm đầu tiên trên thế giới nhằm cải thiện điều kiện sóng cho những người lướt ván. Một RNT khác đã được xây dựng ở bãi biển Gold Coast, Australia, như một công trình phục vụ duy trì và ổn định nuôi bãi. Rạn này được cấu tạo bởi 300 bao cát với kích thước và hình dạng khác

nhau và chi phí xây dựng là 2 triệu US dollars. Gần đây một kết cấu mới đã được phát triển với dạng khối cầu rỗng và có khoét các lỗ thủng (Reef Ball), được bố trí dưới đáy biển nhằm giảm năng lượng sóng, vận tốc dòng chảy và tạo ra nơi cư trú cho san hô và sinh vật biển. Rạn dạng cầu này đã được áp dụng ở một số nơi như phía nam biển Caribe, Curacao, Indonesia,... và đem lại những hiệu quả tích cực tới môi sinh và thu hút thêm khách du lịch.

### 2.1. Hình dạng và kết cấu RNT

Vật liệu - Đá là vật liệu phổ biến trong kết cấu đê chắn sóng nói chung và RNT nói riêng. Tuy nhiên việc thi công các kết cấu bằng đá ngập dưới nước là rất khó kiểm soát và dễ bị mất ổn định do các tác động của dòng chảy, sóng tràn vỡ.

Ống địa kỹ thuật (Geotube) được làm từ vải địa kỹ thuật và được đổ đầy cát hoặc sỏi. Một kết cấu ống địa kỹ thuật thường có chiều dài khoảng 20 m, đường kính tương ứng là 3m được sử dụng ở những vùng có độ sâu tương đối lớn. Thùng chứa cát bằng vải địa kỹ thuật (GSC - Geotextile sand container) và các túi địa kỹ thuật rất giống với ống địa kỹ thuật nhưng có kích thước nhỏ hơn và thường được dùng ở những vùng biển nông gần bờ. Chi phí để xây dựng một RNT bằng các GSC thường lớn hơn so với các vật liệu khác do việc thi công khó khăn hơn. GSCs và túi địa kỹ thuật thường được sử dụng như dạng các công trình gần bờ: công trình kè hoặc mái dốc hướng ra biển. Hiện nay không có sẵn các phương pháp thực nghiệm để phân tích, đánh giá tính ổn định của công trình mà phải sử dụng kết hợp phương pháp mô hình toán, mô hình vật lý với thực tiễn và kinh nghiệm của các công trình có trước.

Các dạng cấu kiện chế tạo sẵn: Có khá nhiều loại hình dạng và kết cấu RNT chế tạo sẵn trên bờ và lắp đặt dưới nước. Các cấu kiện này có thể được làm bằng thép, gỗ, nhựa, cao su, sợi thủy tinh... Với độ rỗng lớn, RNT dạng cầu

kiện này có thể làm cho sóng tới bị vỡ nhào gây ra những nhiễu động phía trên, trong rạn ngầm, tạo ra các dòng xoáy, rối. Hầu hết các cấu kiện RNT được thiết kế để tạo ra khu vực cư trú cho các loài thủy sinh (O'Leary, 2001). Một số ví dụ được thể hiện trong Hình 2.



Hình 1. Một số dạng kết cấu RNT ở bờ biển Châu Âu

a) Languedoc-Roussillon, Pháp; b), c) Nienhagen, Đức (lỗ, reefball); d), e) Hy Lạp; f) Sicily, Ý; g) Larvotto Reserve, Monaco; h) Nordfjorden, Norway; i), j) Algarve, Bồ Đào Nha; k) Odessa, Ukraine; l) Pool Bay, Anh

Cấu kiện reef ball thường có hình dạng một bán cầu (Harris, 1995) và thường cao 1-2 m, chân đế rộng 2 m. Reefball có thể được làm bằng bê tông cường độ cao hoặc nhựa polyester kết hợp sợi thủy tinh nên có khả năng chống ăn mòn tốt. Chúng nhiều lỗ rỗng tạo nên độ rỗng khá lớn (40-50%), độ nhám cao. Sự thô ráp và các lỗ rỗng đảm bảo tạo ra một môi trường thuận lợi cho sự phát triển đa dạng các loài động, thực vật (Pilarczyk, 2003). Với cấu trúc đặc biệt, các Reefball có thể tạo ra dòng chảy rối, xoáy nước và áp lực thẳng đứng làm suy giảm năng lượng sóng. Dưới sự tác động sóng bão, hình dạng của reefball có thể làm giảm tính ổn định bản thân cấu kiện nhưng bù lại, các lỗ rỗng lại làm giảm tác động của lực đẩy nổi do sóng gây ra.

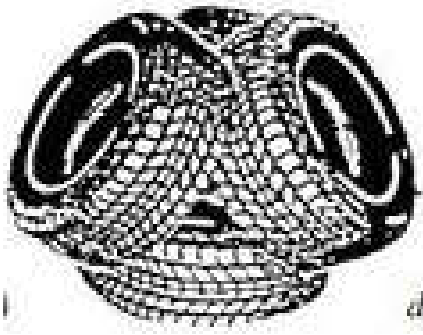
Các Reef ball thường được gắn các phao hơi để di chuyển từ bờ ra vị trí xây dựng, sau đó làm xẹp phao hơi và đánh chìm xuống đáy biển.



reef ball



TecnoReef



*Lớp ô tô cũ*



*Gạch BT rỗng*



*Khung BT hình múi.*



*Khối hộp BT hình chóp cụt*

*Hình 2. Các loại cấu kiện RNT khác nhau*

Loại cấu kiện TecnoReef. được xây dựng từ bê tông dựa trên các sản phẩm tự nhiên, ít gây tác động đến hệ sinh thái. Mỗi cấu kiện bao gồm các tấm hình bát giác có lỗ rỗng. Các cấu kiện được lắp ghép bằng 3 tấm bát giác tạo nên một hình dạng kim tự tháp đảm bảo sức bền và ổn định khi chịu tác động của dòng chảy ngang bờ và các lực kéo. Chúng có tác dụng làm giảm dòng chảy ngang bờ, tăng lắng đọng bùn cát xung quanh, bên trong cấu kiện. Các dòng chảy phát sinh xung quanh, bên trong cấu kiện tạo điều kiện di chuyển các chất dinh dưỡng tạo điều kiện cho các loài động thực vật tồn tại và phát triển.

## 2.2. Tiêu tán sóng

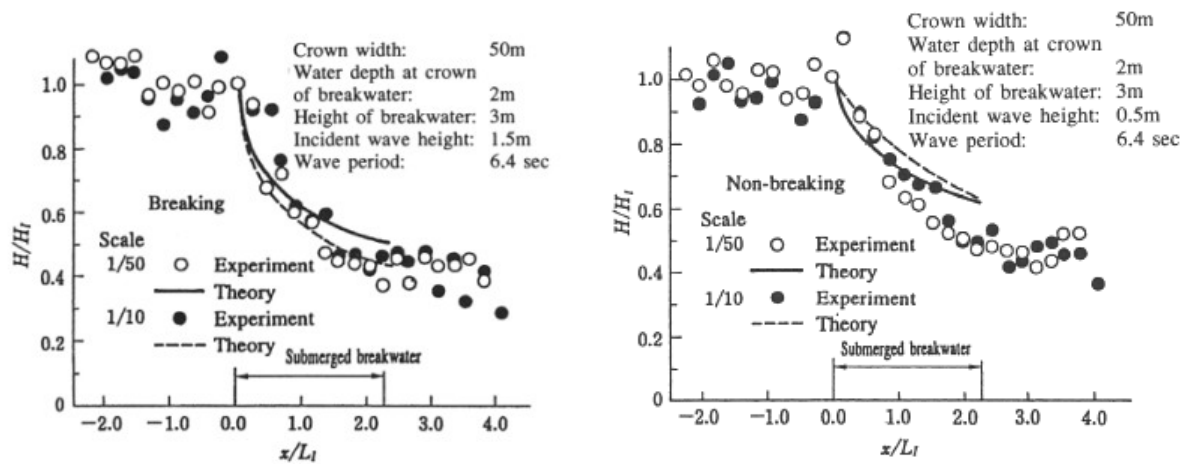
Đỉnh của RNT dưới mực nước biển, hiệu quả tiêu tán sóng tương đối thấp hơn so với đề chắn sóng tách bờ. Chức năng chính của RNT phụ thuộc vào tính hiệu quả của sự tiêu tán

sóng nên đề tiêu tán sóng bề rộng đỉnh của RNT nên thiết kế rộng hơn. Để xác định hiệu chỉnh hiệu quả tiêu tán sóng, các thông số được đánh giá là chiều cao  $R$  từ đỉnh tới mực nước biển, độ cao sóng  $H_0$ , chiều dài sóng  $L_0$  và bề rộng đỉnh  $B$ . Hiệu quả tiêu tán sóng của RNT được khảo sát bằng mô hình thủy lực và phương pháp phân tích (Hình 3,4) (Sawaragi and Deguchi, 1988). Có thể thấy ở Hình 3, nếu bề rộng đỉnh dài gấp đôi chiều dài sóng tới thì chiều cao sóng truyền qua có thể giảm một nửa chiều cao sóng tới cho dù sóng vỡ hay không vỡ bởi rạn nhân tạo.

Hiệu ứng phá sóng tăng lên với độ sâu đỉnh giảm theo ghi nhận của Yoshioka và cộng sự (1993) và Ohnaka & Yoshizawa (1994). Ngoài ra, khoảng cách di chuyển của sóng vỡ dài hơn, tức là, đỉnh của các rạn càng rộng, hiệu quả tiêu sóng càng cao, như trong Hình 4a.

Hình 4a cho thấy ảnh hưởng của tỷ lệ chiều rộng đỉnh (B) và chiều dài sóng vùng nước sâu (Lo) đến hệ số truyền của sóng cao KT. Trong hình này, KT là tỷ số giữa chiều cao

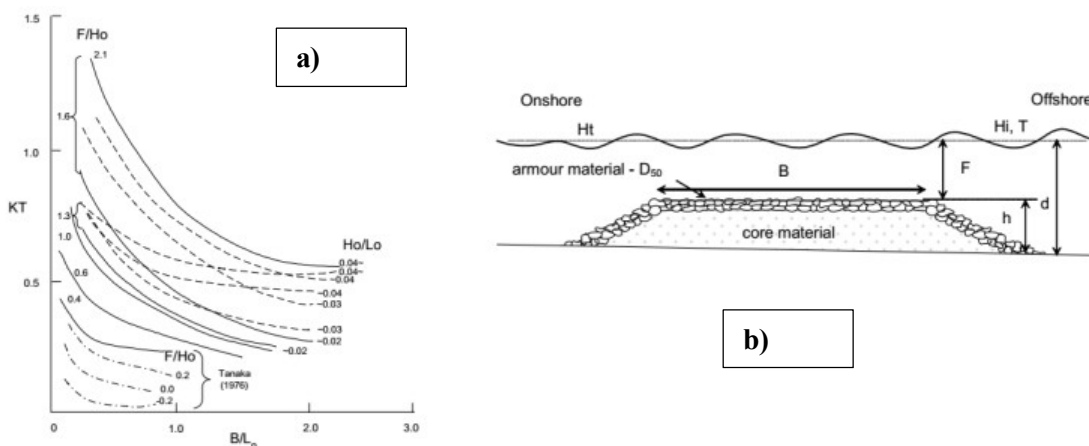
sóng truyền (Ht) và chiều cao sóng nước sâu (Ho). F là phần đế (khoảng cách giữa đỉnh của cấu trúc đến mực nước) như trong Hình 4b.



Trường hợp sóng vỡ

Trường hợp sóng không vỡ

Hình 3. Suy giảm chiều cao sóng qua rạn nhân tạo



Hình 4. Đặc điểm truyền sóng của rạn nhân tạo

Hiệu quả truyền sóng

Trong trường hợp RNT được xây dựng bằng lớp vật liệu đá, d'Angremond đã đề xuất hệ số truyền sóng Kt theo công thức (1) và (2) theo tỷ lệ về bề rộng Bc với chiều cao hướng sóng đến Hsi.

$$B_c/H_{si} < 8,$$

$$K_t = -0.40 \frac{R_c}{H_{si}} + 0.64 \left( \frac{B_c}{H_{si}} \right)^{-0.31} (1 - e^{-0.5}) \quad (1)$$

$$B_c/H_{si} < 12,$$

$$K_t = -0.35 \frac{R_c}{H_{si}} + 0.51 \left( \frac{B_c}{H_{si}} \right)^{-0.65} (1 - e^{-0.41}), \quad (2)$$

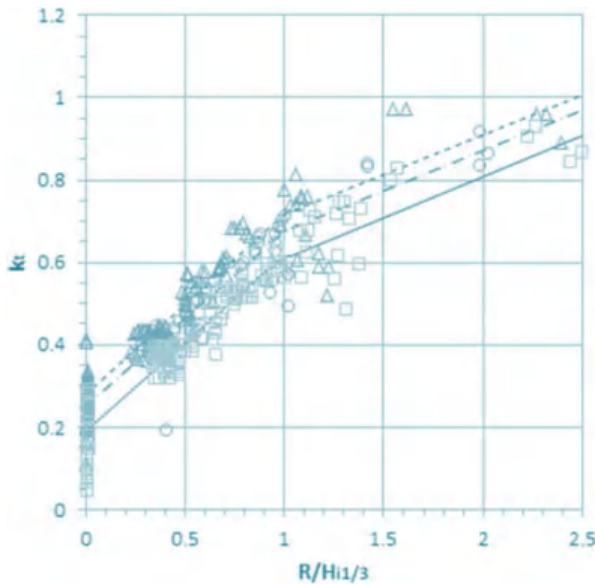
Tuy nhiên, RNT thường được xây dựng với các loại khối bê tông. Trong trường hợp này Hanzawa và nnk (1996) đã kiểm tra với nhiều mô hình thủy lực và đề xuất công thức thực nghiệm sau:

$$0 \leq R/H_{i1/3} < 1.0,$$

$$K_t = -0.26 \frac{B}{L_0} + 0.44 \frac{R}{H_{i1/3}} + 0.32. \quad (3)$$

$$1.0 \leq R/H_{i1/3} < 2.5,$$

$$K_t = -0.28 \frac{B}{L_0} + 0.20 \frac{R}{H_{i1/3}} + 0.56. \quad (4)$$



Hình 5. Mối quan hệ giữa  $K_t$  và  $R/H_{i1/3}$

Giá trị  $K_t$  được tính theo công thức (3) và (4) là ước lượng chiều cao sóng sau công trình và đây là giá trị hữu ích cho thiết kế. Hình 5 chỉ ra sự so sánh kết quả của  $K_t$  theo thực nghiệm và tính toán từ công thức (3) và (4).

### 2.3. Sự ổn định

Đối với thiết kế RNT, tính toán khối lượng ổn định của lớp đá, khối, hoặc khối tiêu sóng là một trong những yếu tố quan trọng nhất. Dựa trên từng mô hình thủy lực thử nghiệm, cho thấy nên sử dụng công thức thực nghiệm, vì sự ổn định thay đổi giữa các vật liệu. Trong trường hợp của một RNT bao gồm lớp đá, yêu cầu trọng lượng cho đá dầm cuội đã được đánh giá khác nhau bởi Uda (1990), Nakayama (1994), và Takeda (1994). Tuy nhiên, có sự khác biệt giữa các kết quả do độ dốc đáy khác nhau, điều kiện sóng (cho dù đó là sóng thường xuyên hoặc sóng bất thường) và tiêu chuẩn giới hạn độ ổn định trong điều kiện thử nghiệm mô hình thủy lực.

Đối với trường hợp khối bê tông, các nghiên cứu của Asakawa (1992), Uda (1993), Hanazawa (1996), và Tanino (1997) được đề

cập đến. Trong số đó, Hanazawa (1996) đã thực hiện các thử nghiệm sóng bất thường và đề xuất công thức (5) để tính toán giá trị ổn định của  $N_s$ :

$$W = \frac{\gamma_s H_{i1/3}^3}{N_s^3 (S_s - 1)^3}, \quad (5)$$

Trong đó:

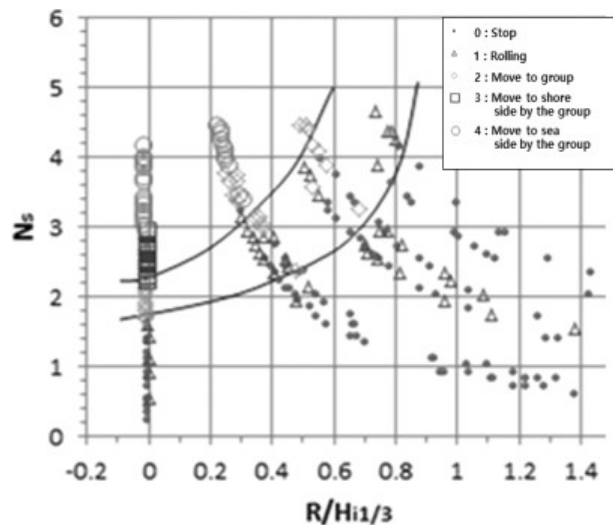
$W$ - trọng lượng mỗi lớp phủ

$H_{i1/3}$ : chiều cao sóng có nghĩa

$\gamma_s$ : tỷ trọng của khối

$S_s$ : trọng lượng khối trong nước biển

Hình 6 chỉ ra thông số thiệt hại của khối liên quan tới thông số chiều cao đỉnh ( $R/H_{i1/3}$ ) dựa trên các tiêu chuẩn được quyết định tùy ý trong quá trình thử nghiệm mô hình thủy lực (chẳng hạn như các chú giải trong biểu đồ).  $N_s$  là 1,8 cho tỷ lệ thiệt hại 0% và khoảng 2,3 cho tỷ lệ thiệt hại 1% khi mực nước biển trên đỉnh bằng 0, và cũng cho biết các đường xu hướng hiển thị giới hạn khi thiệt hại trở thành 0% hoặc 1%. Có thể thấy rằng sự ổn định tăng mạnh khi mực nước biển trên đỉnh tăng lên, và, nếu  $R / H_{i1/3}$  là 0,4,  $N_s$  là 2,2 trên tỷ lệ 0% thiệt hại và tăng lên tới 3,5 trên 1% hư hại.



Hình 6: Mối quan hệ giữa  $N_s$  và  $R/H_{i1/3}$

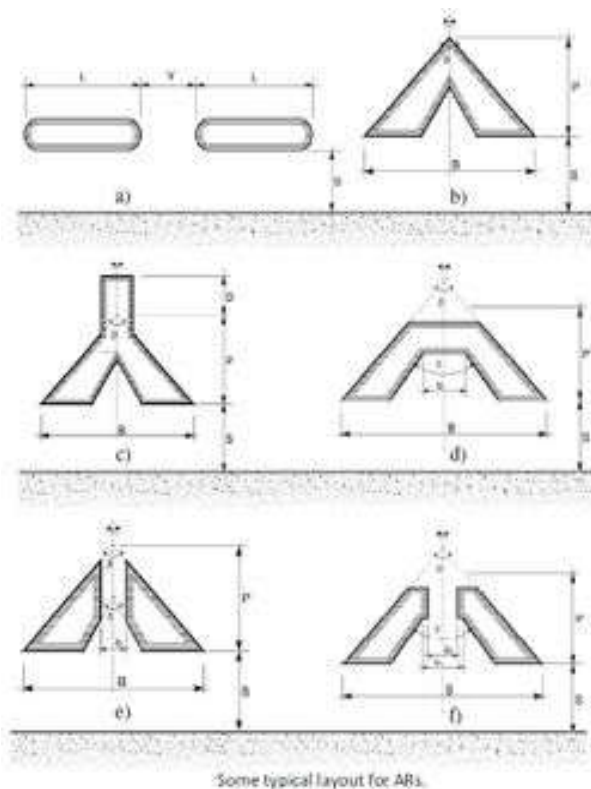
Bên cạnh các loại khối bê tông tổng thể, khi lắp đặt một khối bê tông dạng RNT cho một

kết cấu đơn vị kết nối với nhau, rất khó để đạt sự ổn định an toàn bởi các khối này khác với các khối bê tông khác. Đối với chiều cao sóng, để đảm bảo tính ổn định bằng cách xác minh sức cản sự hoạt động của các cấu trúc đơn vị theo số lượng khối.

Tuy nhiên, độ dài liên quan đến số khối yêu cầu có thể trở thành chiều rộng đỉnh của một rạn nhân tạo. Trong trường hợp lắp đặt rạn nhân tạo, độ dốc đáy, điều kiện sóng, và điều kiện độ sâu của khu vực dự kiến đặt cần được xác nhận việc xác định chiều rộng đỉnh yêu cầu bằng cách sử dụng thử nghiệm mô hình thủy lực hai chiều.

## 2.4. Bố trí mặt bằng

Có rất nhiều cách phối hợp áp dụng cho RNT, đặc biệt là đối với những rạn được làm từ vải địa kỹ thuật, tùy thuộc vào chức năng chính của nó. Từ mục tiêu công trình có thể chọn ra cách bố trí mặt bằng thích hợp (xem hình 7).



Hình 7. Các hình thức bố trí các RNT

Hình 7a là dạng bố trí truyền thống với các rạn bằng đá đổ đặt song song cách bờ một khoảng

nhất định và cách nhau bằng một khoảng trống (AR). Sóng tới sẽ vỡ trên các dải ngầm làm tăng mực nước phía sau, năng lượng sóng bị tiêu hao dẫn đến giảm chiều cao sóng. Các hình từ 7b đến 7f thể hiện một số cách bố trí mẫu đối với các RNT theo dạng chữ V hoặc chữ Y ngược. Loại bố trí này thường gồm 2 cánh xiên tạo nên một góc nhọn tập trung tại đối sóng vỡ hình thành một khu vực sóng vỡ lan tức là những con sóng bắt đầu vỡ từ một điểm trung tâm và tản ra hai bên làm cho năng lượng sóng bị suy giảm nhanh chóng, hạn chế tác động trực tiếp vào bờ, chống xói lở. Kiểu bố trí như trong hình 7d và 7f thể hiện là có một đoạn thẳng song song với bờ nên cơ chế phá sóng sẽ là tổ hợp của loại bố trí truyền thống với loại bố trí dạng chữ V hoặc chữ Y ngược. Với kiểu bố trí 7e và 7f, có một khoảng trống giữa hai cánh xiên với một kết cấu thấp hơn hoặc không có tạo nên một đường rãnh làm giảm cường độ dòng rip, tăng an toàn cho người lướt sóng.

## 2.5. Mặt cắt ngang RNT

Có nhiều hình dạng mặt cắt ngang kết cấu RNT tùy vào vật liệu và chức năng chính.

Hình 8 minh họa một số mặt cắt ngang của rạn dạng như các bar chắn ngầm. Trong đó: Hình 8a thể hiện rạn được xếp bằng các túi địa kỹ thuật chứa cát; hình 8b thể hiện rạn bằng các ống địa kỹ thuật chứa cát với các ống ở giữa được đặt dọc theo bờ biển, các ống phủ ngoài ngăn và bố trí theo phương ngang bờ; hình 8c thể hiện rạn bằng đá đổ phủ khối Aquareef để tăng cường tiêu giảm năng lượng sóng. Đây là loại kết cấu khá phổ biến ở Nhật Bản; hình 8d thể hiện rạn có lõi bằng túi, ống địa kỹ thuật bên ngoài phủ đá

Khác với TGS, chiều rộng của rạn thường khá lớn để tăng khả năng tiêu giảm năng lượng sóng đồng thời mái dốc phía biển và phía bờ đều lớn để giảm khối lượng và chi phí xây dựng.

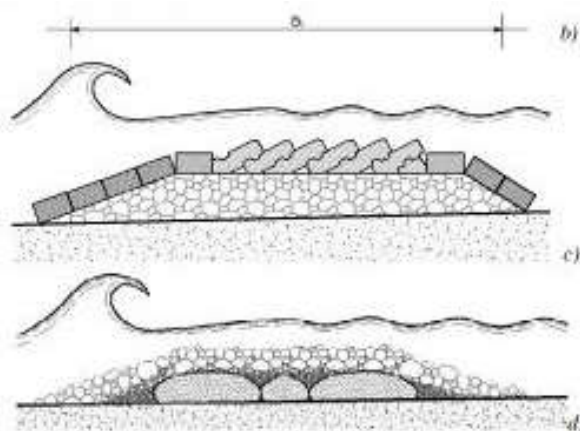
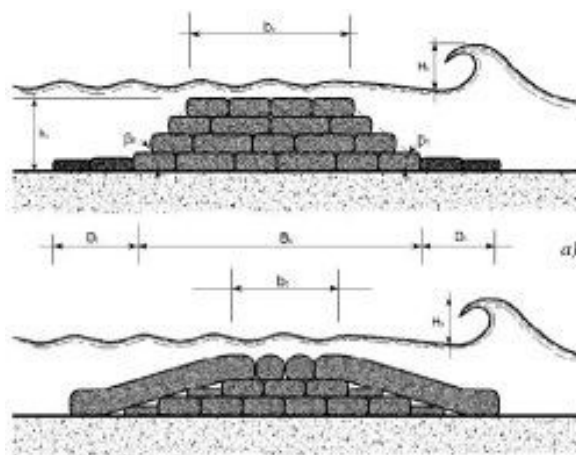


Figure 2. Some typical cross sections of ARs.

Hình 8. Một số dạng mặt cắt ngang điển hình của RNT

### 3. ỨNG DỤNG RẠNG NHÂN TẠO CHO BẢO VỆ BỜ BIỂN Ở VIỆT NAM

Những đánh giá trên đây cho thấy, RNT là một trong những kết cấu có thể áp dụng rất linh hoạt ở các dạng bờ biển, độ dốc bãi biển khác nhau. RNT như một đê ngầm giảm sóng là dạng công trình chủ động được nhiều nước phát triển trên thế giới ứng dụng để bảo vệ bờ biển do hiệu quả mang lại vượt trội cả về kinh tế và kỹ thuật so với các công trình khác như mỏ hàn, kè biển. Giải pháp này hiện nay được xem là đáp ứng được tiêu chí đa mục tiêu như giảm sóng, giữ và phục hồi rừng ngập mặn, hệ sinh thái... đồng thời giảm thiểu tối đa được các tác động tiêu cực đến môi trường tự nhiên sau khi xây dựng công trình. Ở Việt Nam, nói chung cũng đang có xu hướng chuyển đổi các công trình bảo vệ bờ có tính truyền thống như kè mái nghiêng sang các dạng công trình giảm sóng với nhiều loại hình vật liệu và kết cấu khác nhau để bảo vệ bờ biển bị xói lở. Một số năm gần đây, đã mạnh dạn thử nghiệm loại hình công trình kè mỏ hàn (groins) kết hợp với kè lát mái như hệ thống kè mỏ hàn ở đê Thanh Niên - Nam Định, hệ thống kè mỏ hàn bảo vệ bờ biển Cần Giờ - thành phố Hồ Chí Minh. Các công trình này có hiệu quả cao

hơn hẳn so với chỉ riêng kè lát mái. Tuy nhiên do hạn chế về kinh phí, kinh nghiệm thực tế nên đến nay cũng mới chỉ có hai công trình này. Giải pháp công trình kè mỏ hàn có tác dụng gây bồi, tái tạo được đoạn đường bờ đã xói nhưng cũng có hạn chế là ngăn chặn gần như hoàn toàn dòng bùn cát dọc bờ (longshore sediment transport), do đó gây mất cân bằng bùn cát ven bờ, gây xói lở mạnh ở phía hạ lưu công trình. Đối với khu vực du lịch, loại công trình này phân chia bãi biển thành các ô nhỏ và làm giảm mỹ quan chung. Bên cạnh đó một nhược điểm nữa của kè mỏ hàn là khả năng giữ dòng bùn cát vuông góc với bờ kém, đặc biệt đối với những vùng có hướng sóng chính vuông góc với đường bờ, năng lượng sóng lớn. Gần đây, trước tình hình cấp bách, một số tỉnh như Bà Rịa - Vũng Tàu, Bình Thuận, Huế đã mạnh dạn thử nghiệm giải pháp đê chắn sóng mềm bằng túi cát theo công nghệ Stabiplate để bảo vệ bờ biển nhưng cho đến nay, giải pháp này đã bộc lộ quá nhiều nhược điểm, như chi phí xây dựng không thấp hơn so với giải pháp công trình cứng, nhanh chóng bị hư hỏng. Với những ưu điểm, khả năng ứng dụng như đã phân tích ở trên, có thể thấy rạn nhân tạo là giải pháp tương đối toàn diện,



khắc phục được những hạn chế của các giải pháp khác và đã được ứng dụng nhiều ở các nước trên thế giới. Việc nghiên cứu áp dụng giải pháp này để bảo vệ bờ biển ở Việt Nam là rất khả thi, cụ thể:

- Về điều kiện áp dụng:

Việt Nam có đường bờ biển dài hơn 3260km, có nhiều vịnh và bãi biển được xếp vào hàng đẹp nhất thế giới như vịnh Hạ Long, vịnh Nha Trang, bãi biển Đà Nẵng, bãi biển Mũi Né - Bình Thuận, bãi biển Vũng Tàu v.v. Ở những bãi biển này, những năm gần đây do nhiều nguyên nhân khác nhau đã dẫn đến xói lở bờ, gây ảnh hưởng đến hoạt động du lịch. Điển hình như bãi biển Mũi Né, Phan Thiết – Bình Thuận, Nha Trang- Khánh Hòa, bãi Thuỳ Vân – Vũng Tàu, Hội An- Quảng Nam. Bên cạnh đó có những khu vực thường xuyên phải đối phó với hiện tượng biển xâm thực mạnh như Hải Phòng, Nam Định, Huế, Tiền Giang, Cà Mau ... gây ảnh hưởng rất lớn đến sự ổn định phát triển dân sinh – kinh tế. Các giải pháp đã được ứng dụng ở những khu vực này có hiệu quả bảo vệ bờ thấp, vẫn phải thường xuyên tu sửa và tính thẩm mỹ ở những khu vực du lịch đô thị không cao. Do đó việc áp dụng giải pháp mới là hoàn toàn phù hợp.

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, chiều rộng đỉnh đê đối với đê ngầm rất thấp dạng ngưỡng ngầm nhân tạo (artificial reef) có ảnh hưởng rất đáng kể đến hiệu quả giảm sóng sau đê. Tuy nhiên xét thực tế điều kiện Việt Nam nói chung có thể nhận thấy: Ngưỡng ngầm dù có ưu điểm vừa phát huy hiệu quả giảm sóng, gây bồi vừa giảm ảnh hưởng của công trình đối với cảnh quan vùng biển du lịch, thân thiện với môi trường, chi phí thấp (Pilarczyk, 2003).

- Về kinh nghiệm thiết kế, thi công:

Đây là loại công trình chưa từng được áp dụng ở Việt Nam cho mục đích bảo vệ bờ biển, tuy nhiên đội ngũ cơ quan nghiên cứu, tư vấn thiết kế công trình biển hiện nay có đủ khả năng tiếp cận các vấn đề về lý thuyết về loại công trình này để vận dụng vào điều kiện Việt Nam. Bên cạnh đó, kết cấu công trình không phức tạp như các dạng kết cấu của đê chắn sóng tách bờ bảo vệ bề cảng, đê ngăn sóng, giảm cát chống bồi lấp cửa sông, kè mở hàn bảo vệ bờ biển đã được xây dựng khá nhiều ở Việt Nam như đê chắn sóng cảng Vũng Áng, cảng Dung Quất, đê ngăn cát giảm sóng cửa Lò - Nghệ An, cửa sông Cà Ty - Bình Thuận ... nên năng lực và trình độ thi công của nhiều công ty xây dựng hiện nay là đáp ứng được. Hơn nữa, ở Việt Nam có đầy đủ các công cụ tính toán mô phỏng như hệ thống bể sóng, triều kết hợp của Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển, đây là những bể sóng hiện đại đáp ứng việc thực hiện các thí nghiệm kiểm tra, đánh giá hiệu quả giảm sóng phục vụ công tác thiết kế.

#### 4. KẾT LUẬN

Rạn nhân tạo đang được xem là loại công trình khá hữu hiệu trong việc bảo vệ, duy trì ổn định bờ biển hiện nay hiệu quả nhất hiện nay trong các giải pháp bảo vệ bờ biển. Hiện nay đã có hàng nghìn công trình loại này được xây dựng trên khắp các bờ biển trên thế giới, điển hình như Anh với 35.000 đơn vị rạn, Philipin bắt đầu xây dựng rạn từ 1977 đến nay có trên 100.000 đơn vị rạn, v.v. Riêng ở Việt Nam chưa có loại công trình này cho mục đích bảo vệ bờ biển. Cần có nhiều nghiên cứu đầy đủ dưới góc độ kỹ thuật - kinh tế để có thể ứng dụng rạn nhân tạo trong việc bảo vệ bờ biển ở Việt Nam, đặc biệt ở những khu vực bãi biển du lịch.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Gianna Fabi và nnk, 2011, Overview on artificial reefs in Europe, Brazilian, Journal of oceanography
- [2] K. d'Angremond, J. W. van der Meer, and R. T. de Jong, Water transmission at lowcrested structures, Coastal Eng. 2418–2426 (1996)
- [3] T. Uda, Function and design methods of artificial reef (in Japanese), Ministry of Construction, Japan (1988).
- [4] K. Yoshioka, T. Kawakami, S. Tanaka, M. Koarai, and T. Uda, Design manual for artificial reefs, in Coastlines of Japan. In Coastal Zone'93 (ASCE, 1993).
- [5] T. Sawaragi, I. Deguchi, and S. K. Park, Reduction of wave overtopping rate by the use of artificial reef. In Proc. 21st Int. Conf. Coastal Eng. ASCE (1988).