

# NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP TÔN TẠO, MỞ RỘNG BÃI ĐẢO NỘI THUỘC QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA

Lê Hải Trung<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Hầu hết các đảo nội thuộc Quần đảo Trường Sa có diện tích rất hạn chế, thường nhỏ hơn 0,5 km<sup>2</sup>, nhưng lại đóng vai trò quan trọng về quốc phòng và kinh tế. Việc tăng diện tích mặt bằng đảo do vậy có ý nghĩa thiết thực và cần được quan tâm nghiên cứu. Trong giai đoạn hiện nay, giải pháp nuôi bãi nhân tạo chưa thực sự phù hợp để áp dụng ở các đảo nội về mặt pháp lý và chủ trương của Nhà nước. Bài báo nhằm nghiên cứu các dạng công trình tôn tạo, mở rộng bãi đảo bao gồm đập mỏ hàn, đê chắn sóng, và đê vây tạo dạng vịnh kín gắn với bờ đảo. Ba giải pháp đều có khả năng giảm năng lượng sóng, dòng chảy và tác động vào quá trình vận chuyển vật liệu trầm tích quanh đảo. Theo đó, vật liệu sẽ tăng khả năng bồi tụ ở vùng lạng sóng phía sau công trình, dần dần nâng cao và mở rộng bãi.

**Từ khóa:** bồi tụ; đảo nội; mở rộng; vận chuyển, vật liệu trầm tích.

### 1. MỞ ĐẦU

Quần đảo Trường Sa bao gồm nhiều đảo san hô nổi và đảo san hô chìm, có giá trị về tài nguyên và cảnh quan. Mặc dù có ý nghĩa chiến lược về an ninh quốc phòng, hầu hết các đảo nổi đều có diện tích từ 0,1 tới 0,5 km<sup>2</sup> và khoảng cách giữa các đảo tương đối lớn. Diện tích nhỏ hẹp dẫn tới những hạn chế về phát triển kinh tế xã hội và khó khăn trong bố trí phòng thủ.

Nằm ở khu vực phía Đông của Biển Đông, các đảo chịu tác động tương đối mạnh mẽ và phức tạp của dòng chảy, sóng, gió. Biện pháp bảo vệ, chống xói lở bờ đảo đã được nghiên cứu, thử nghiệm và xây dựng một cách kiên trì và cẩn thận trong vài thập kỉ vừa qua (Lai, 2012). Bên cạnh đó, nhu cầu tôn tạo và mở rộng đảo cũng đang thu hút nhiều sự quan tâm nghiên cứu.

Do vậy, bài báo nhằm nghiên cứu đề xuất một số giải pháp tôn tạo, mở rộng bãi đảo cho một đảo nổi (kí hiệu ĐN01) thuộc Quần đảo Trường Sa (QĐTS). Đầu tiên, đặc điểm thủy động lực và qui luật biến đổi bãi đảo sẽ được phân tích. Đây chính là điều kiện làm việc hay điều kiện biên tác động tới các giải pháp chính

trị đề xuất. Dựa vào đó, tính khả thi của một số giải pháp công trình sẽ được nghiên cứu áp dụng cho đảo như đập mỏ hàn và đê chắn sóng. Tiếp đó, bài báo sẽ nghiên cứu sơ bộ phương án bố trí không gian cho các giải pháp nhằm đạt hiệu quả trong việc tích tụ vật liệu trầm tích, nâng cao trình và mở rộng dần bãi đảo.

### 2. ĐẶC ĐIỂM CỦA ĐẢO ĐN01

Đảo lựa chọn nghiên cứu là một đảo cát nhỏ thuộc cụm Nam Yết của QĐTS. Đảo không có nguồn nước ngọt tự nhiên. Bề mặt là cát san hô phủ một lớp mùn mỏng lẫn phân chim nên tương đối màu mỡ. Nhờ vậy, cây cối đa dạng và xanh tốt như bàng vuông, phi lao, sồi... và một số loại ăn quả đang được trồng mới. Khí hậu có mùa hè mát và mùa đông ấm; mùa khô từ tháng II tới tháng V còn mùa mưa từ tháng V tới tháng I năm sau.

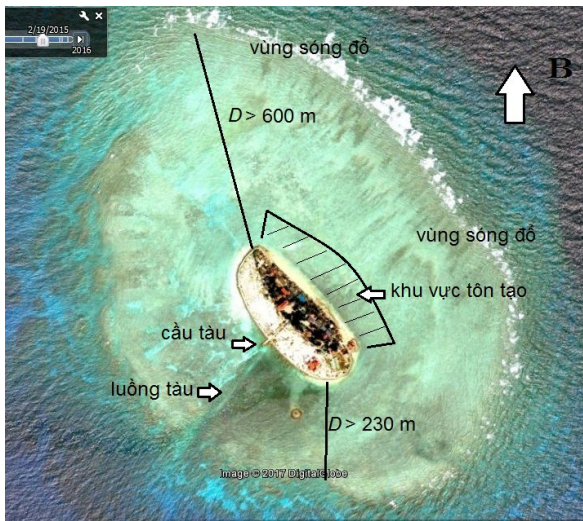
Tương tự như nhiều đảo nổi ở Biển Đông, đảo ĐN01 bao gồm phần nổi và phần chìm – chỉ lộ ra khi nước xuống thấp. Trục đảo theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Phần nổi nhìn như hình quả đậu. Đảo có chiều dài khoảng 450 m, rộng 130 m, xem Hình 1. Độ cao của đảo đạt tới 3,5 - 3,8 m lúc mực nước triều thấp nhất, nếu so với mực nước trung bình thì đạt tới 2,5 - 2,8 m.

---

<sup>1</sup> Khoa Kỹ thuật Biển – Trường Đại học Thủy lợi.

Phần chìm là vành san hô ngầm bao quanh phần nổi, khoảng cách từ mép phần nổi ra tới mép ngoài của phần chìm lớn nhất là ở đầu mút tây bắc của đảo, trên 600 m; và hẹp nhất khoảng 230 m. Phần đảo chìm lúc triều rút xuống mức thấp nhất được lộ ra cao từ 0,2 tới 0,6 m và có thể lộ bộ được.

Địa hình bờ và khu vực gần bờ của đảo luôn thay đổi. Sự thay đổi của địa hình liên quan mật thiết đến hình thái địa hình phần đảo nổi và các yếu tố ngoại sinh như sóng, gió, thủy triều tác động. Cách bờ đảo nổi khoảng 100 m trở ra, địa hình thềm san hô ít thay đổi. Đây là yếu tố cần được lợi dụng để bố trí giải pháp tôn tạo và mở rộng bãi đảo.



Hình 1. Đảo nổi ĐN01 thuộc QĐTS; trục đảo theo hướng Tây Bắc – Đông Nam.

### Nguồn vật liệu tại chỗ

Trầm tích hiện đại tầng mặt đảo chủ yếu là các trầm tích hạt thô có cấp hạt > 0,5 mm chiếm phần lớn diện tích đảo nổi. Trầm tích hiện đại tầng mặt đảo được chia làm 5 loại bao gồm cuội, sạn, sạn cát, cát thô, cát trung (ĐT TS02, 1997). Nguồn vật liệu ở đây chủ yếu là nguồn vật liệu được cung cấp tại chỗ. Các sản phẩm này do tác động của các quá trình phong hoá vật lý, quá trình phá huỷ của sóng trên thềm bờ ngầm; rồi được dòng chảy dọc bờ, dòng triều đưa lên bồi tụ và lắng đọng. Đặc biệt, hướng di chuyển của dòng bồi tích phụ thuộc chặt chẽ vào chế độ dòng chảy trong mùa đông và mùa hè.

Quanh đảo, các bãi bồi tụ ở phía Tây Bắc (TB) và Đông Nam (ĐN) thể hiện rõ vai trò của dòng ven bờ mà chủ yếu là dòng của sóng hướng Đông Bắc (ĐB) và Tây Nam (TN). Các bãi bồi tụ theo cơ chế lắng đọng tại chỗ mang tính tạm thời về hình thái và vị trí.

Vật liệu được sinh ra tại chỗ nên trữ lượng là có giới hạn. Vật liệu trầm tích di chuyển theo dòng chảy, gần như vòng theo đường bờ đảo ở hai mặt ĐB và TN. Chính vì vậy việc chặn dòng chảy, giữ vật liệu có thể làm phá vỡ sự dịch chuyển cân bằng giữa các mùa trong năm.



Hình 2. Diễn biến các bãi cát quanh đảo theo thời gian.

Quan sát cho thấy vị trí xuất hiện và diện tích các bãi cát tương đối giống nhau qua các năm (Hình 2). Theo đó, tổng lượng vật liệu trầm tích quanh đảo có thể nói là ổn định. Nên khi bị giữ lại, vật liệu sẽ không thể di chuyển theo qui luật mùa. Khi bị giữ lại ở mặt ĐB, vật liệu sẽ không tới bổ sung nên bãi đảo ở mặt TN có thể sẽ bị xói, hạ thấp cao trình và ngược lại.

### Gió

Gió ở Trường Sa khá ổn định với hai hướng thịnh hành chính là ĐB và TN. Vận tốc tương đối lớn, trung bình khoảng 5,4 tới 8,0 m/s (Lai, 2012). Tần suất xuất hiện gió ĐB là 20,6% với vận tốc lớn nhất lên tới 55 m/s; tần suất gió TN là 17%.

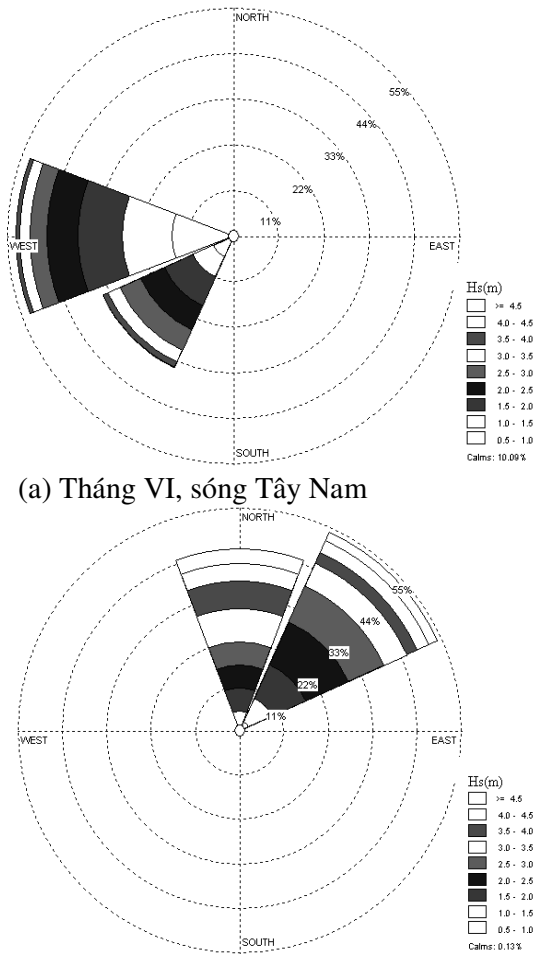
### Mực nước

Đảo nổi nghiên cứu nằm trong khu vực có chế độ nhật triều không đều. Một ngày có hai lần triều lên xuống vào kì triều kém. Biên độ triều lớn nhất đạt 1,2 tới 2 m vào thời kì triều cường; và chỉ đạt 0,2 tới 0,5 m vào kì triều kém (Chiến & Trung, 2016).

Như vậy, địa hình bãi quanh đảo có thể bị lộ ra khi nước xuống thấp. Trên bãi quanh đảo, chiều sâu nước lớn nhất nhỏ hơn 2 m. Do vậy, chiều cao công trình chỉ nên nhỏ hơn hoặc bằng giá trị này.

### Sóng

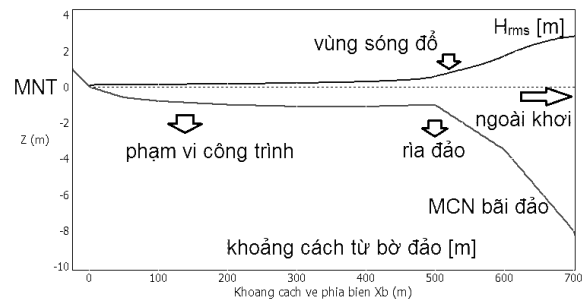
Sóng ở vùng biển phía Đông và Đông Nam của Biển Đông có hai mùa rõ rệt. Mùa gió ĐB từ tháng 11 tới tháng 4 năm sau, sóng ĐB chiếm ưu thế với chiều cao trung bình 2,0 tới 2,8 m; cực đại 8 m (Lai, 2012). Mùa gió TN, sóng TN có chiều cao trung bình 1,5 tới 1,7 m; cực đại 6 m (không kể sóng bão). Trong các tháng chuyển tiếp như IV hay X, hướng sóng phụ thuộc vào hướng gió, không ổn định. Hình 3 minh họa phân bố sóng ngoài khơi QĐTS tháng VII và XII, xét trung bình thời đoạn 2011 – 2015.



Hình 3. Phân bố sóng ngoài khơi QĐTS tháng VII và XII, thời đoạn 2011 – 2015.

Trong thời gian khảo sát thủy hải văn và địa hình, chúng tôi đã có những quan sát về điều kiện sóng quanh đảo, ngoài vùng rìa san hô và lan truyền qua bãi chìm vào tới lõi đảo. Phía ngoài rìa san hô, địa hình đáy biển hạ thấp khá đáng kể tạo ra vùng nước sâu từ mười mét tới hơn một trăm mét. Đây là điều kiện thuận lợi cho sóng từ xa tiến tới và tập trung năng lượng. Chiều cao sóng lớn, đặc biệt ở hướng đón gió thịnh hành theo mùa.

Quanh rìa đảo, sóng đổ khá mãnh liệt ở vùng thềm xanh như minh họa ở Hình 1. Tuy nhiên, sau khi vỡ sóng tiếp tục lan truyền vào vùng nước nông với chiều sâu nhỏ hơn 2 mét. Lúc này, năng lượng sóng đã giảm đi đáng kể, chiều cao sóng giảm đi 70 – 80% so với ban đầu.



Hình 4. Phân bố chiều cao sóng trên mặt cắt ngang bờ đại diện, hướng sóng tới ĐB.

Chương trình Wadibe (Tuấn, 2015) được sử dụng để tính toán sự suy giảm chiều cao sóng khi truyền từ ngoài khơi qua vùng thềm xanh vào bờ đảo. Hình 4 thể hiện mặt cắt tính toán đại diện cho phía ĐB của đảo. Đoạn tiếp giáp thềm bãi, cách bờ 500 m tới 700 m, chiều cao sóng giảm mạnh, từ 2,35 m xuống còn 0,6 m.

### Dòng chảy

Quanh đảo, dòng chảy mang tính chất xoáy ở phạm vi lớn do bãi ngầm chìm sâu, cách mặt nước từ vài chục tới 100 m. Vào đầu mùa hè, dòng chảy quanh đảo có hướng ĐB với vận tốc cực đại từ 0,67 tới 0,8 m/s (Lai, 2012). Giai đoạn chuyển tiếp từ hè sang đông, dòng chảy có hướng Đông với vận tốc trung bình 0,09 tới 0,18 m/s; thời kì chuyển tiếp từ đông sang hè thì có hướng Bắc, vận tốc trung bình 0,13 đến 0,18 m/s.

Trên bãi quanh phần lõi đảo, dòng chảy có vận tốc và hướng phụ thuộc vào sóng và gió chủ

đạo. Nói chung, dòng chảy ở hai phía đầu đảo có hướng của sóng và gió thịnh hành, ĐB hay TN. Đợt khảo sát tháng 12/2015 cho thấy vận tốc có thể lên tới hàng trăm cm/s ở hai đầu đảo. Ở mặt ĐB, giá trị nhỏ hơn đạt 10 tới vài chục cm/s (Chiến & Trung, 2016). Phân bố theo chiều sâu, dòng chảy càng gần mặt nước càng có xu hướng lớn hơn.

Dòng chảy hình thành do sóng, cụ thể là ứng suất phát xạ của sóng. Dòng chảy có xu hướng phân tầng, lớp mặt chảy mạnh hơn hướng vào bờ và dòng hồi qui nhỏ hơn ở các lớp nước bên dưới. Càng gần bờ, chiều cao sóng giảm đi, và vận tốc dòng chảy cũng chậm hơn. Ở đây, vận tốc lớp giữa có biến động rất mạnh và ở lớp gần đáy thì nhỏ hơn và ổn định cả về hướng và độ lớn (Chiến & Trung, 2016). Sự phân bố dòng chảy trên mặt bằng và theo chiều sâu cũng cần được cân nhắc trong việc lựa chọn giải pháp tôn tạo, mở rộng đảo.

### 3. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP

Sự hình thành và dịch chuyển bùn cát là yếu tố chi phối việc đề xuất giải pháp tôn tạo, mở rộng bãi đảo. Những yếu tố tác chiến đòi hỏi công trình ở càng gần bờ càng có lợi cho phòng thủ. Vấn đề cảnh quan dẫn tới một yêu cầu là đỉnh công trình nên ngang bằng hay thấp hơn mực nước trung bình. Hiện tại, luồng tàu và cầu tàu được bố trí ở mặt phía TN của đảo và hoạt động hiệu quả. Do vậy, khu vực dự kiến tôn tạo và mở rộng sẽ là bãi cát phía ĐB đảo, Hình 1. Căn cứ vào những yếu tố chi phối, ba giải pháp công trình có khả năng chinh trị bờ, bãi đảo sẽ được đề xuất sau đây.

#### Đê chắn sóng xa bờ – PA01

Các đê chắn sóng xa bờ được áp dụng rộng rãi để bảo vệ bờ biển. Với khu vực có biên độ triều nhỏ, đê chắn sóng có thể tạo ra một vùng khuất sau đê với năng lượng sóng giảm nhỏ đồng thời tạo ra các dạng dòng chảy ven bờ có tác dụng hình thành một vùng bồi lắng bùn cát ngay sau công trình dưới dạng bãi nhô ra.

Đê có thể được thiết kế với đỉnh thấp hoặc ngập nhằm giảm tải thủy lực ở một mức độ nhất định để duy trì bờ biển ở trạng thái cân bằng động (Pilarczyk, 2003). Đê đỉnh nhô cho phép

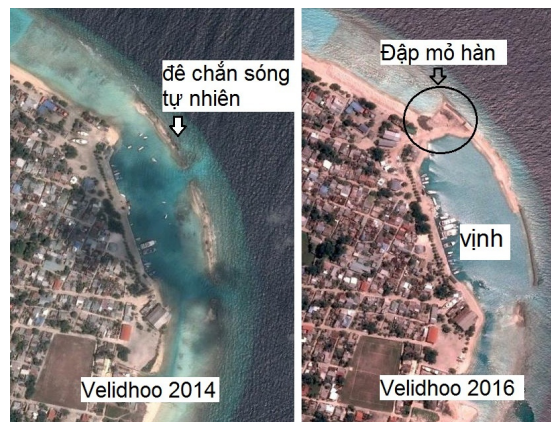
năng lượng sóng được truyền qua một phần dưới dạng tràn qua đỉnh và xuyên qua cấu trúc rỗng của thân đê. Các công trình ngầm làm vỡ và tiêu tan năng lượng khi sóng truyền qua đỉnh.

#### Đập mỏ hàn – PA02

Đập mỏ hàn là dạng công trình gắn với đường bờ và kéo dài ngang bãi biển, có thể vuông góc với bờ. Hệ thống đập tác động vào dòng ven bờ cũng như quá trình vận chuyển bùn cát nhằm giữ và duy trì vật liệu ở phía đầu dòng chảy của công trình. Hệ thống đập mỏ hàn thường được xây dựng để giữ bãi tắm ở những khu du lịch, và cũng có thể là một hạng mục trong các dự án phát triển vịnh cảng. Tương tự đê chắn sóng, đập mỏ hàn cũng có thể được thiết kế với cao trình đỉnh thấp, ví như ngang mực nước biển trung bình. Đập mỏ hàn sẽ làm giảm một phần tải trọng nhằm duy trì bờ, bãi ở trạng thái cân bằng tương đối. Công trình với kết cấu rỗng cho phép năng lượng sóng truyền qua nhưng lại giữ được vật liệu như cát san hô để tạo bãi.

#### Đê chắn sóng tạo vịnh kín – PA03

Quần đảo Maldives ngoài khơi Thái Bình Dương có chế độ gió mùa biến đổi từ Tây TB sang ĐB. Hình thái của các bãi đảo biến đổi mạnh mẽ theo sự chuyển đổi của chế độ gió và sóng (Kench & Robert, 2006). Giữa các mùa, diện tích bãi có thể thay đổi 30% tới hơn 100%. Sự biến động hàng năm tương đối nhỏ, 2% tới 15%, thể hiện sự ổn định động lực của các đảo. Đây là những điểm khá tương đồng với các đảo nổi thuộc QĐTS như ĐN01.



Hình 5. Đảo Velidhoo trước và sau khi cải tạo.

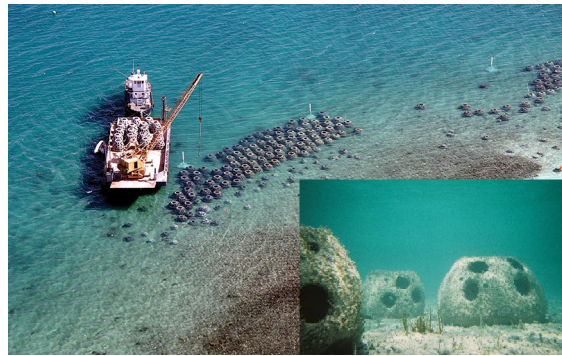
Cho tới nay, một số đảo thuộc Maldives và QĐTS đều đã được chinh trị, tôn tạo. Một trong những hình thức đáng chú ý là dải san hô tự nhiên được kết hợp với công trình nhân tạo. Ví dụ, Hình 5 so sánh đảo Velidhoo trước và sau khi cải tạo. Về phía ĐB của đảo, một dải san hô tự nhiên có chức năng như đê phá sóng gián đoạn, song song với đường bờ. Khoảng cách giữa bờ và dải san hô tạo điều kiện cho dòng chảy dọc bờ phát triển đầy đủ, mang bùn cát dịch chuyển qua lại (Kench, 2010). Tiếp đó, một kết cấu dạng đập mỏ hàn đã được xây dựng, nối liền một phía của dải san hô với bờ đảo, tạo dạng vịnh kín phục vụ neo đậu tàu thuyền.

Đây là gợi ý cho một giải pháp gần như là kết hợp giữa đê chắn sóng và đập mỏ hàn. Một tuyến đê chắn sóng có phương song song với đường bờ kết hợp với hai đập mỏ hàn vuông góc với bờ. Theo đó, một dạng vịnh được tạo ra có hình chữ C quay lấy một đoạn bờ đảo tương tự như hệ thống đê bao ngăn ô được miêu tả trong TCVN 9901 – 2014. Giải pháp vịnh kín sẽ có tác dụng bẫy vật liệu trầm tích, dần tôn tạo và mở rộng bãi đảo.

**Đề xuất kết cấu vật liệu**

Trong những thập kỉ gần đây, một dạng kết cấu khá độc đáo đã xuất hiện và liên tục phát triển trong kĩ thuật công trình bảo vệ bờ biển, bờ đảo. Khối bê tông rỗng giảm sóng – Reef Ball là một giải pháp sáng tạo kết hợp đê ngầm giảm sóng và các rạn san hô tự nhiên. Các khối Reef Ball thường được bố trí trực tiếp trên đáy biển gần bờ, nhằm giảm năng lượng sóng, dòng chảy và tạo nơi cư trú cho sinh vật biển cũng như kích thích sự phát triển của san hô.

Khi sắp xếp thành cụm, cấu kiện Reef Ball làm việc như những đê phá sóng ngầm, có chức năng giảm sóng nhằm hạn chế xói lở đường bờ và đồng thời bảo vệ, cải thiện hệ sinh thái biển gần bờ. Dải ngầm xếp bằng Reef Ball đã được ứng dụng ở một số nơi như nam biển Caribe, Curacao, Indonesia, Khoa Kỳ và đem lại hiệu quả tích cực tới môi sinh, thu hút thêm khách du lịch.

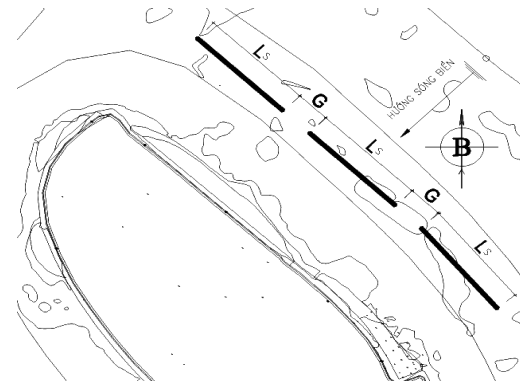


Hình 6. Dải ngầm xếp bờ các khối Reef Ball. Đối với điều kiện và vị trí của QĐTS, khối Reef Ball hoàn toàn có thể được áp dụng để sắp xếp các sơ đồ như đê chắn sóng, đập mỏ hàn hay một tuyến đê tạo vịnh kín. Khối này được đúc bằng bê tông và có thể sản xuất hàng loạt trong đất liền rồi vận chuyển ra đảo. Hàng chục dạng Reef Ball với hình dạng và kích thước tiêu chuẩn đã được nghiên cứu, ứng dụng khá phổ biến trên thế giới (reefball.org). Cấu kiện thường cao trên dưới 1 m và nặng trong khoảng 1 tới dưới 2 T. Với kích thước và trọng lượng khiêm tốn như vậy, việc lắp đặt sẽ được thực hiện thủ công tại đảo.

**4. BỐ TRÍ KHÔNG GIAN SƠ BỘ**

**PA01**

Một khi công trình được xây dựng lân cận vùng sóng đổ như dải ngầm hay đê chắn sóng thì đường bờ biển phía sau sẽ được che chắn phần nào. Tác động của sóng và dòng chảy sau công trình sẽ được giảm bớt, tạo điều kiện cho bùn cát lắng đọng nhiều hơn so với ở những đoạn bờ biển không được che chắn. Bùn cát bồi tụ làm cho cao trình bãi tăng lên, lại khiến cho sóng giảm hơn. Điều này tiếp tục làm cho sự bồi tụ được thuận lợi, tạo ra bãi bồi mở rộng dần từ bờ tới công trình.



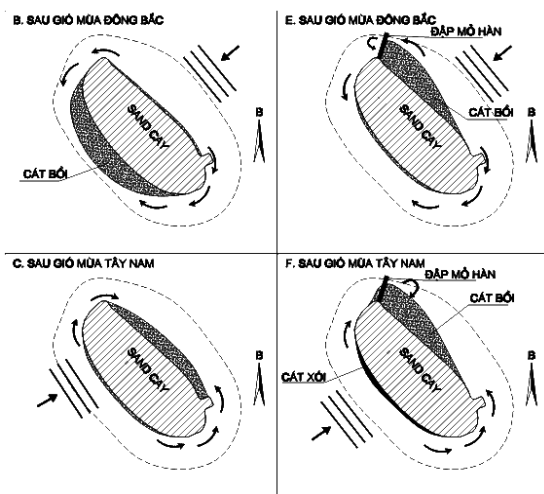
Hình 7. Giải pháp đê chắn sóng gián đoạn xa bờ, PA01.

Đê chắn sóng có thể tạo ảnh hưởng trên một đoạn đường bờ tương đối dài, nhưng mặt khác cũng có thể gây xói ở khu vực sau đó theo phương chuyển động ven bờ của dòng chảy, bùn cát. Đối với đảo ĐN01, kích thước lớn nhất khoảng 600 m nên việc bố trí công trình cũng được giới hạn trong khoảng này (Hình 7). Đáng lưu ý, xói lở có thể sẽ xảy ra ở hai đầu hoặc mặt TN của đảo khi mùa gió thay đổi như đã quan sát được ở một số đảo ngoài khơi Thái Bình Dương (Kench, 2010).

Tuyến công trình thường được bố trí trong vùng sóng đỏ, khoảng 400 m (Hình 4). Do yếu tố phòng thủ và tác chiến, ta sơ bộ đặt công trình cách bờ khoảng 100 m. Hệ thống gồm ba (03) đê gián đoạn với chiều dài  $L_s$ , khoảng cách giữa hai đê là  $G$ . Các giá trị này cần được tính toán cụ thể trên yêu cầu về tạo và sử dụng bãi bồi sau đê với các tham số hải văn thiết kế tương ứng.

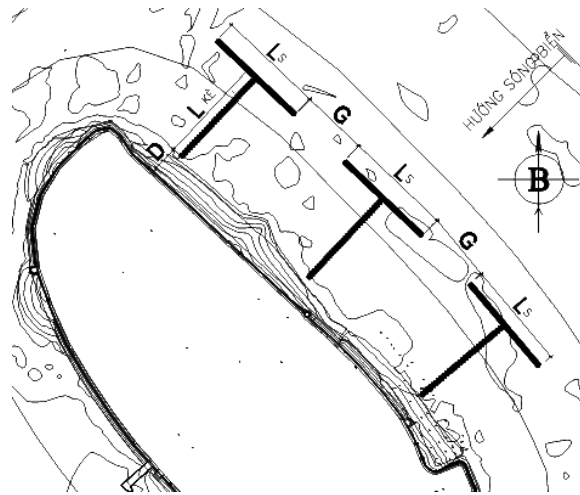
**PA02**

Tương tự như đê chắn sóng, hệ thống đập mở hàn sẽ làm thay đổi mặt cắt ngang bãi biển do sự can thiệp vào xu hướng dòng chảy và vận chuyển bùn cát dọc bờ. Nếu gắn liền với bờ và kéo dài về hướng sóng tới, đập mở hàn có thể làm phát sinh dòng tiêu (rip current) (Kench, 2010). Dòng chảy dạng này lại có khả năng đưa vật liệu trầm tích ra ngoài. Do vậy, đập mở hàn nên có dạng chữ T, tức là phần đầu mở rộng về hai phía để vừa giảm sóng vừa giữ lại vật liệu.



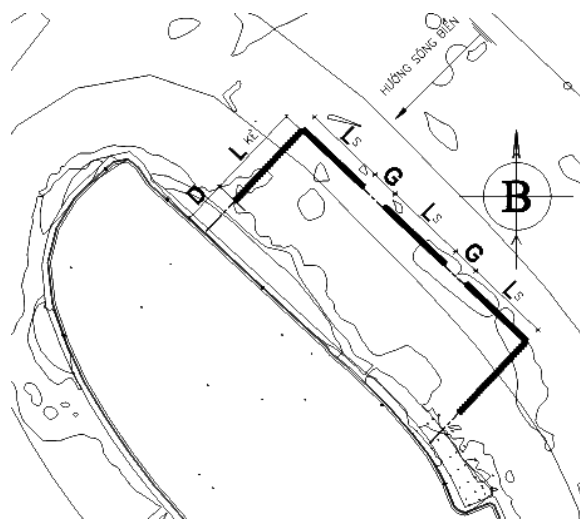
Hình 8. Ảnh hưởng của đập mở hàn tới diễn biến bãi đảo theo mùa.

Thông thường, góc đập được gắn liền với bờ và có hình dáng trơn thuận. Ở đảo nghiên cứu, dòng chảy và vật liệu vận chuyển quanh đảo theo mùa. Nếu đập cũng có góc gắn liền với bờ sẽ có khả năng ngăn cản sự dịch chuyển này. Vật liệu được giữ lại ở một phía của đập khiến cho bãi đảo lân cận hay mặt đảo ở phía bên kia bị xói (Hình 8). Do vậy, góc đập cần được bố trí cách bờ một khoảng cách  $D$  nhất định để duy trì một phần sự dịch chuyển tự nhiên của vật liệu.



Hình 9. Hệ thống đập mở hàn, PA02.

Tóm lại, hệ thống ba (03) đập mở hàn được bố trí trong khoảng 100 m từ bờ (Hình 9). Phần cánh chữ T có chiều dài  $L_s$ , khoảng cách giữa hai cánh là  $G$ . Khoảng cách từ bờ tới góc đập là  $D$ .



Hình 10. Giải pháp đê tạo vịnh kín, PA03.

### PA03

Về bản chất, phương án PA03 là một tuyến đê chắn sóng quay lấy một đoạn bờ đảo (Hình 10). Để tạo sự trao đổi hiệu quả về dòng chảy, vật liệu ra vào thì công trình cần được bố trí một cách phù hợp. Về phía biển, tuyến đê chính được bố trí ngắt quãng tương tự như PA01 – đê chắn sóng gián đoạn. Ở hai bên của đoạn đê chính, gốc của hai đập mỏ hàn sẽ cách bờ một khoảng  $D$ , để duy trì sự vận chuyển vật liệu và dòng chảy tự nhiên quanh đảo. Lợi dụng sự dịch chuyển của vật liệu trầm tích theo mùa gió mà khu vực bên trong vịnh sẽ được bồi tụ dần dần.

### 5. KẾT LUẬN

Bài báo đã nghiên cứu một số giải pháp tôn tạo, mở rộng bãi cho một đảo nổi thuộc Quần đảo Trường Sa. Ba đề xuất khả thi bao gồm hệ thống đê chắn sóng, đập mỏ hàn và đê chắn sóng hình chữ C tạo vịnh kín gắn với bờ đảo. Tiếp đó, mỗi giải pháp đều được phân tích về đặc điểm làm việc, điều kiện áp dụng, cũng như tác động có thể xảy ra đối với diễn biến hình

thái quanh đảo.

Các giải pháp cần được bố trí cách bờ một khoảng nhất định để giảm thiểu tác động tới sự cân bằng tự nhiên trong phân bố vật liệu trầm tích quanh đảo, có thể dẫn tới hiện tượng xói lở bãi đảo theo mùa. Do những yêu cầu về cảnh quan và tác chiến, chiều cao của công trình cần được giới hạn ngang bằng hay thấp hơn mực nước biển trung bình ở đảo. Những bước tiếp theo cần nghiên cứu cụ thể về kết cấu và vật liệu cho từng giải pháp để tăng hiệu quả giảm năng lượng sóng, dòng chảy và kích thích bồi lắng vật liệu trầm tích, tạo bãi. Bên cạnh đó, tác động tới môi trường sinh thái do việc tôn tạo, mở rộng bãi đảo cũng cần được đánh giá.

### Lời cảm ơn

Nghiên cứu này sử dụng một phần số liệu và kết quả của Đề tài ‘Nghiên cứu giải pháp tôn tạo vào chống xói lở đảo nổi thuộc quần đảo Trường Sa’ Mã số ĐTĐLCN.19/15. Tác giả xin cảm ơn Phản biện đã dành thời gian đọc và góp ý cho bài báo được hoàn thiện hơn.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ KH & CN, 2014. TCVN 9901: 2014 ‘Yêu cầu kỹ thuật – Thiết kế đê biển’.
- Chiến, Ng. Q. & Trung, L. H., 2016. *Đo đạc đặc trưng sóng & dòng chảy ở đảo nổi, thuộc Quần đảo Trường Sa*. Trường Đại học Thủy lợi, Tuyển tập Hội nghị Khoa học thường niên năm 2016, pp. 570-572. ISBN: 978-604-82-1980-2.
- ĐT TS-02, 1997. TT KHTN & CNQG - Viện Địa lý. *Nghiên cứu động lực bờ biển và địa chất công trình đảo, đề xuất các giải pháp kỹ thuật cho việc chống xói lở bờ biển đảm bảo ổn định và an toàn các công trình một số đảo thuộc quần đảo Trường Sa*.
- Kench, P., 2010. Final Report ‘Coastal monitoring, reef island shoreline dynamics and management implications’. Prepared for Environment Protection Agency, Ministry of Housing, Transport and Environment. Maldives Environment Mangement Project (IDA Credit: 4427-MV).
- Kench, P., & Robert B., 2006. "Response of reef island shorelines to seasonal climate oscillations: South Maalhosmadulu atoll, Maldives". Journal of Geophysical Research: Earth Surface 111.F1 (2006).
- Lai Ng. T., 2012. *Nghiên cứu tôn tạo và mở rộng đảo trên các thềm san hô ở biển Đông*. HN cơ học toàn quốc lần thứ IX. ISBN: 978-604-911-437-3.
- Pilarczyk, K. W., 2003. *Design of low-crested (submerged) structures: An overview*. 6th COPEDEC, Colombo, Sri Lanka, 2003.
- Tuấn, Th. Q., 2015. *Hướng dẫn sử dụng phần mềm Wadibe*.
- Google, Inc., 2017. Google Earth. Image © DigitalGlobe.  
<http://Reefball.org/>  
<http://coastalnewstoday.com/>  
<http://www.emeraldcoastmagazine.com/>

**Abstract:**  
**MEASURES TO UPGRADE AND ENLARGE THE BEACH  
OF AN ATOLL IN THE SPARTLY ISLANDS**

*In the Spartly Islands, most atolls are small and narrow, less than 0.5 km<sup>2</sup>, and yet these play important roles in the national defence and economy. Enlarging the atolls is a practical approach and needs to be studied. It seems not feasible to apply the solution of beach nourishment with regards to the current international law and Vietnamese policy. The paper studies several measures to upgrade and enlarge the beach of an atoll including breakwaters, groynes, and harbour attached to the atoll. The three solutions enable to reduce wave energy, currents and affect the sediment transportation around the atoll. As a result, sedimentary accretion will probably take place in the lee side of structures, gradually building up the beach.*

**Keywords:** Atoll; deposit; enlargement; sediment; sediment transport.

---

*Ngày nhận bài: 03/8/2017*

*Ngày chấp nhận đăng: 01/9/2017*