

ĐỀ XUẤT MỘT GIẢI PHÁP KỸ THUẬT NHẪM KHẮC PHỤC TỔN THẤT DO ĂN MÒN BÊ TÔNG CỦA KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP Ở VÙNG QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA

Đinh Quang Cường¹

Tóm tắt: Bài báo này phân tích một số nguyên nhân dẫn đến ăn mòn, phá hủy kết cấu bê tông cốt thép đã xây dựng ở vùng quần đảo Trường Sa, giới thiệu giải pháp lắp ghép nhằm hạn chế ăn mòn, kéo dài tuổi thọ cho các công trình bằng bê tông cốt thép tại Trường Sa.

Summary: The paper mentioned a number of causes of corrosion damage in reinforced concrete structures built in the Truong Sa islands area and proposed an assembly method to limit corrosion with the aim of extending the structure life.

Nhận ngày 25/10/2011, chỉnh sửa ngày 10/02/2012, chấp nhận đăng ngày 28/02/2012

1. Vài nét về ăn mòn bê tông cốt thép ở Trường Sa

Các công trình bằng bê tông cốt thép đã được xây dựng ở trên và ven các đảo tại Trường Sa từ những năm 1995. Điển hình là: Cầu cảng Trường Sa Lớn, có trụ cầu là bê tông khối lớn (đổ tại chỗ) trên nền cọc khoan nhồi, các dầm chính của cầu cảng là kết cấu lắp ghép, các kết cấu phụ được thi công tại chỗ; các công trình dân dụng bằng bê tông cốt thép trên đảo xây dựng những năm 1995 - 1996 bao gồm: Nhà chỉ huy bay; nhà chỉ huy đảo Trường Sa Lớn; một số nhà cho các phân đội... cho đến nay đã có khá nhiều công trình bằng bê tông cốt thép và bằng thép đã được xây dựng ở Trường Sa.

Hầu hết các công trình bằng bê tông cốt thép đã xây dựng ở Trường Sa đều bị phá hủy (sau khoảng 15 năm khai thác) do ăn mòn trong môi trường biển - đảo. Đa số các công trình bị nứt do cốt thép bị rỉ gây nứt bê tông và phá hủy công trình. Tại một số công trình, hiện tượng ăn mòn bê tông xuất hiện từ hiện tượng thấm nước từ bề mặt, làm rỉ cốt thép và gây nứt bê tông.

Dưới đây là một số hình ảnh khảo sát trực tiếp tại đảo Trường Sa Lớn năm 2010:



Hình 1. Ảnh chụp các vùng thấm tại nhà hội trường 200 chỗ xây dựng năm 2006

¹PGS.TS, Viện Xây dựng Công trình biển, Trường Đại học Xây dựng. E-mail: dinhquangcuong@gmail.com



Hình 2. Các vết nứt tại nhà chỉ huy bay trên đảo Trường Sa Lớn năm 2010 (công trình được xây dựng năm 1995-1996)



Hình 3. Cầu cảng đảo Trường Sa Lớn năm 2010 (xây dựng năm 1995)

2. Nguyên nhân ăn mòn vật liệu bê tông cốt thép ở Trường Sa

2.1 Vật liệu bị nhiễm mặn khi vận chuyển và lưu kho

Hiện nay, chỉ có đảo Trường Sa Lớn có cầu cảng cập tàu 1000DWT, vật liệu xây dựng được bốc lên đảo Trường Sa Lớn thông qua cầu cảng, tại các đảo khác thuộc Trường Sa, vật liệu xây dựng được vận chuyển từ tàu lên đảo bằng xuồng, hình 4c. Trong quá trình bốc dỡ, vật liệu xây dựng hầu hết bị nhiễm nước mặn.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG

Sau khi vận chuyển lên đảo, vật liệu xây dựng thường được để thành đống ở ngoài trời, hình 4a, chịu mưa, sương,... và một lần nữa bị nhiễm mặn từ nước mưa và sương. Có một số vật liệu xây dựng được bảo quản ngay mép hố móng và bị ngấm nước biển ngay trong quá trình đào móng, hình 4b.

2.2 Vật liệu bị nhiễm mặn trong quá trình thi công

Trong quá trình thi công xây dựng, vật liệu thép buộc trực tiếp ngoài công trường và đặt trực tiếp vào nền có nước biển, hình 5a. Hố móng có nước biển, lớp bê tông lót thấm nước biển hoàn toàn, lớp bê tông chịu lực đáy móng đổ trực tiếp xuống hố móng có nước biển, hình 5a,b. Việc tổ chức xây dựng trực tiếp ngoài công trường hầu như chưa thể đảm bảo cách ly vật liệu xây dựng với nguồn ăn mòn rất mạnh là nước biển. Vật liệu xây dựng bị nhiễm mặn trong quá trình xây dựng và là một trong những tác nhân chủ yếu gây ăn mòn bê tông cốt thép sau này.



a) Bảo quản vật liệu trên đảo



b) Bảo quản vật liệu tại công trường



c) Vận chuyển vật liệu từ tàu lên đảo

Hình 4. Vật liệu bị nhiễm mặn khi vận chuyển lên đảo và khi bảo quản trên đảo



Hố móng có nước biển

Hình 5. Vật liệu (thép) được lắp đặt trực tiếp trên đáy hố móng vẫn còn nước biển, là nguồn gây ăn mòn rất mạnh

2.3 Nước để đổ bê tông chưa đảm bảo chất lượng theo yêu cầu

Nước ở Trường Sa bao gồm: Nước biển, nước ngầm, nước mưa và lượng bốc hơi của nước biển (nước trong không khí).

a. *Nước biển, nước mưa và nước trong không khí*: Lượng mưa trung bình năm: 2390,8 mm; Lượng mưa cực đại năm: 3062,3 mm; Lượng mưa cực tiểu năm: 1663,8 mm; Số ngày mưa trung bình năm: 191 ngày; Lượng mưa lớn nhất trong 24 giờ: 280 mm; Lượng bốc hơi nước: 120-160mm/tháng; Chế độ muối của nước biển: 34‰ - 38‰.

b. *Nước dưới đất*: Độ cứng chung: 3,1; Độ cứng tạm thời: 2,4; Độ cứng vĩnh viễn: 0,7; Tổng khoáng hóa: 320mg/l; Độ pH: 7,5; Thành phần cơ bản là bi các bô nát - clorua - can xi - natri; Tỷ số tương đương $Cl-/SO_4-2$ và $Na+/Ca^{++}, Mg^{++}$ luôn lớn hơn 1, chứng tỏ nguồn nước ngầm ở đảo chịu ảnh hưởng nhiều của nước biển; Lượng $SO_4 = 115,2 - 318mg/lit$; Lượng $Cl = 177,28 - 1.497mg/lit$; Thủy động lực: dao động của nước ngầm ở đảo quan hệ chặt chẽ với dao động lên xuống của thủy triều trong ngày như đảm bảo khả năng chống ăn mòn cho vật liệu xây dựng trước khi thi công, bởi vì các vật liệu phần lớn đã bị nhiễm mặn trong quá trình chuyên chở, bảo quản và thi công.

3. Các giải pháp kỹ thuật nhằm giảm thiểu ăn mòn vật liệu bê tông cốt thép ở Trường Sa

3.1 Các giải pháp kỹ thuật đã được thực hiện ở Trường Sa nhằm giảm thiểu ăn mòn vật liệu bê tông cốt thép ở Trường Sa

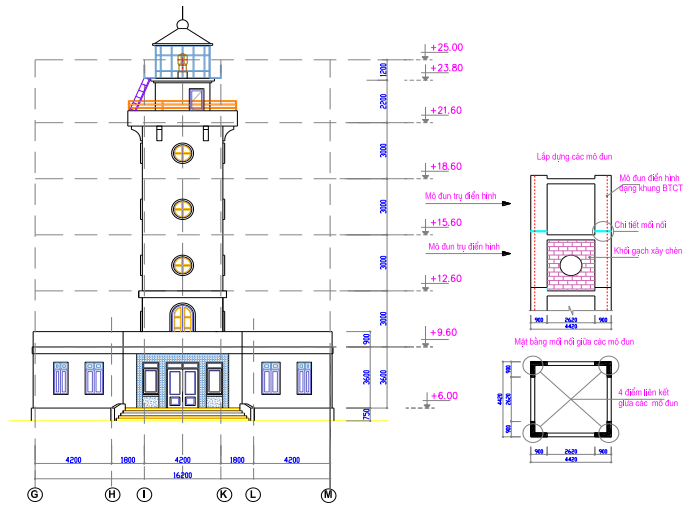
Các giải pháp kỹ thuật đã thực hiện ở Trường Sa bao gồm: Dùng xi măng bền sun phát; Tăng mác bê tông và dùng phụ gia chống ăn mòn; Tăng độ dày lớp bê tông bảo vệ; Mạ cốt thép; Dùng nước ngọt mang từ đất liền ra để đổ bê tông. Tất cả các giải pháp nhằm tăng khả năng chống ăn mòn cho bê tông cốt thép hầu như đã được xem xét và áp dụng tại Trường Sa. Tuy nhiên, việc thực hiện các giải pháp nêu trên đây là rất khó khăn. Vì trên thực tế, nước ngọt dùng cho sinh hoạt vẫn đang thiếu; vấn đề quản lý kỹ thuật gặp nhiều khó khăn vì phụ thuộc quá nhiều vào tính chủ quan của con người. Những hình ảnh ở mục 2 của bài báo này đã phần nào chỉ rõ những khó khăn khi thực hiện các giải pháp kỹ thuật đã nêu trên đây. Các trị số về độ mặn, lượng mưa, độ bốc hơi và lượng khoáng hóa cũng như độ pH trong nước ngầm ở Trường Sa cho thấy: Nếu tổ chức thi công như các hình ảnh đã nêu ở mục 2 của bài viết này thì khó có thể đảm bảo chất lượng thi công và vì vậy khó có thể đảm bảo tuổi thọ của các công trình xây dựng ở Trường Sa.

Dưới đây đề xuất một giải pháp kỹ thuật, hạn chế tối đa các thao tác tại hiện trường, nhằm tránh các xâm nhập của các tác nhân gây ăn mòn vật liệu khi vận chuyển, bảo quản và thi công tại hiện trường. Đó là giải pháp lắp ghép các công trình xây dựng ở ven và trên các đảo thuộc Trường Sa [5].

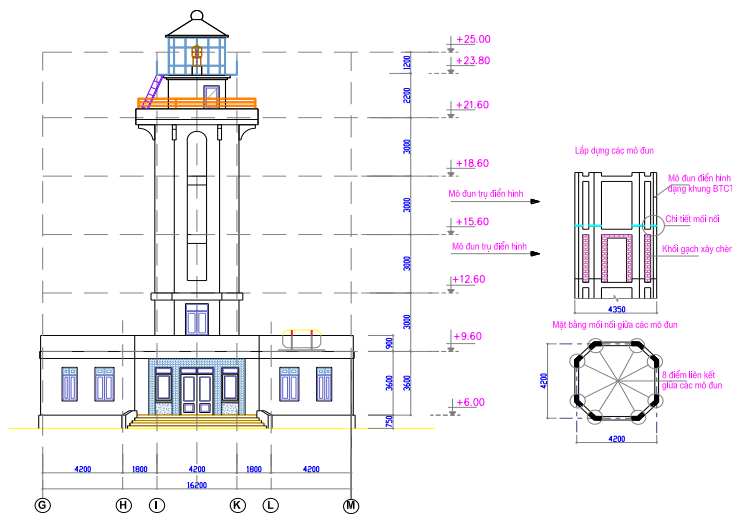
3.2 Đề xuất giải pháp lắp ghép nhằm giảm thiểu ăn mòn vật liệu bê tông cốt thép ở Trường Sa

a. Đề xuất cấu tạo các mô đun để lắp ghép trụ đỡ các công trình dạng tháp [4]

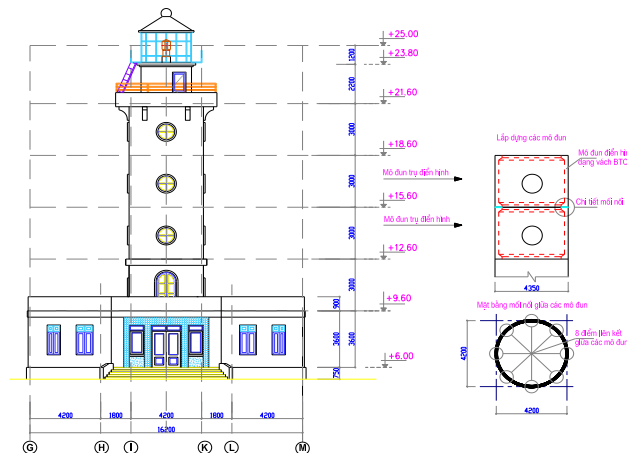
Các công trình cao ở Trường Sa điển hình là đèn biển hoặc tháp canh bằng bê tông cốt thép thường có trụ đỡ dạng tròn, bát giác hoặc vuông. Hình 6 dưới đây mô tả các dạng công trình cao được mô đun hóa để lắp ghép. Mỗi mô đun có kích thước và trọng lượng phù hợp với sức nâng và tầm với của cần cẩu dùng để lắp ghép.



a) Các mô đun hình vuông



b) Các mô đun hình bát giác

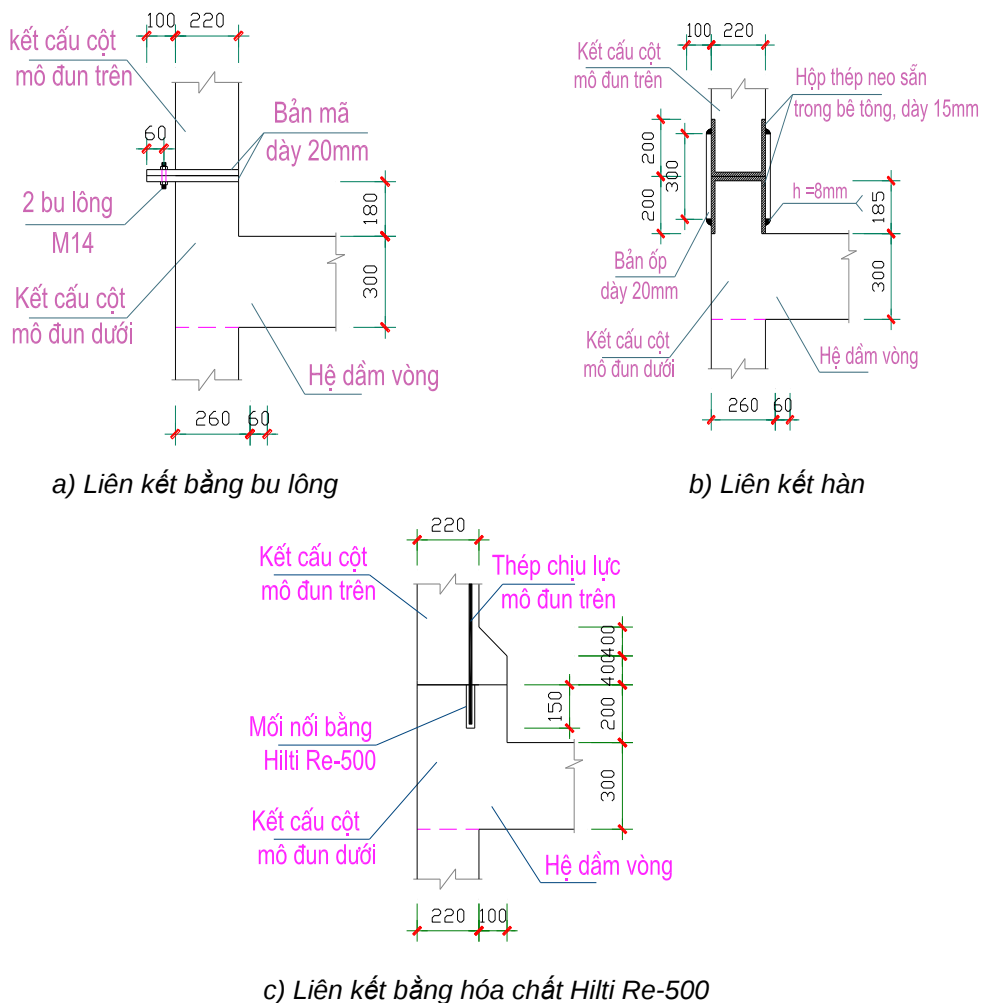


c) Mô đun hình tròn

Hình 6. Công trình dạng tháp và cấu tạo các mô đun trụ đỡ lắp ghép

b. Đề xuất cấu tạo các dạng mối nối lắp ghép [4], [5]

Dưới đây đề xuất sử dụng ba loại mối nối để lắp ghép các mô đun trụ đỡ, bao gồm: Mối nối dùng liên kết bu lông hình 7a, mối nối dùng liên kết hàn hình 7b. Các mối nối dùng liên kết hàn và liên kết bu lông được cấu tạo bằng cách đặt sẵn các bản thép chờ tại các điểm góc của mô đun hình đa giác hoặc đặt tại tám vị trí theo chu vi các mô đun hình tròn (xem hình 6), sau đó tạo các liên kết bu lông hoặc liên kết hàn dựa trên các bản thép đặt chờ. Đối với mối nối dùng liên kết bằng keo Hilti Re-500, thanh thép đặt chờ có thể kết hợp làm thép chịu lực, hồ neo được cấu tạo dưới dạng đặt sẵn ống gen. Cấu tạo chi tiết các mối nối đã được trình bày kỹ trong [4].

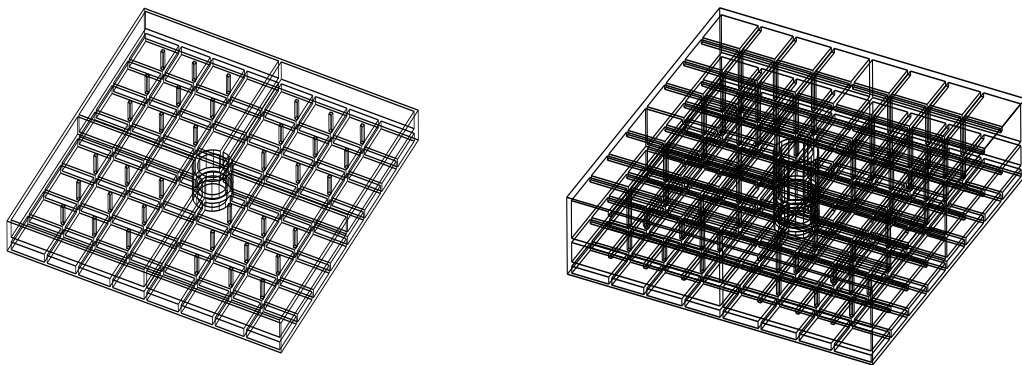


Hình 7. Đề xuất cấu tạo các dạng mối nối lắp ghép

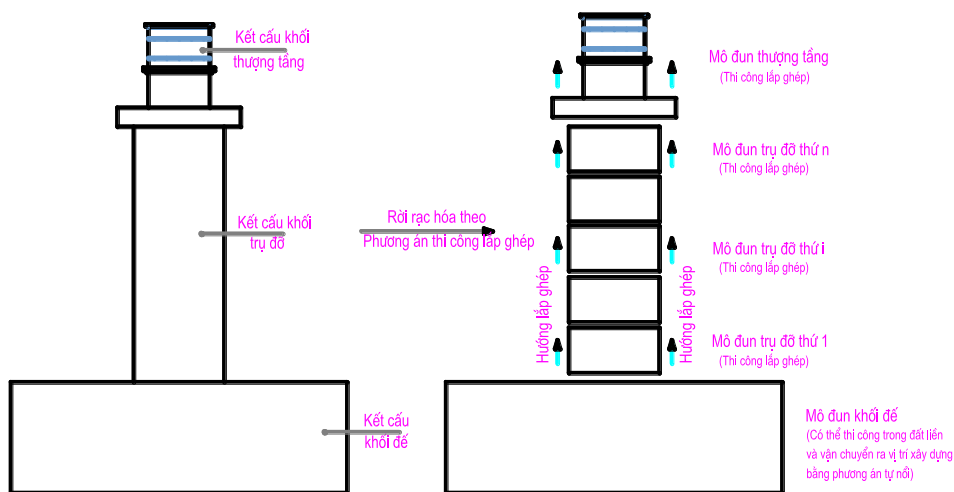
c. Lắp ghép khối đế của các công trình cao [4], [5]

Hình 8 dưới đây mô tả quy trình lắp ghép các cấu kiện của khối đế cho các công trình cao nối riêng và lắp ghép các công trình dân dụng nói chung.

Hình 9 dưới đây mô tả quy trình lắp ghép các mô đun trụ đỡ các công trình cao dạng tháp bê tông cốt thép.



Hình 8. Lắp ghép các cấu kiện của khối để các công trình cao dạng tháp bằng bê tông cốt thép



Hình 9. Lắp ghép trụ đỡ các công trình cao dạng tháp bằng bê tông cốt thép

Phương pháp lắp ghép các cấu kiện, bao gồm các cấu kiện dạng cột, dạng dầm, dạng tấm, dạng các mô đun trụ đỡ đã được trình bày kỹ trong [3], [4].

4. Tính toán kết cấu lắp ghép các công trình cao dạng tháp bằng bê tông cốt thép

4.1 Phương pháp tính toán kết cấu

Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để xác định chuyển vị và nội lực của kết cấu.

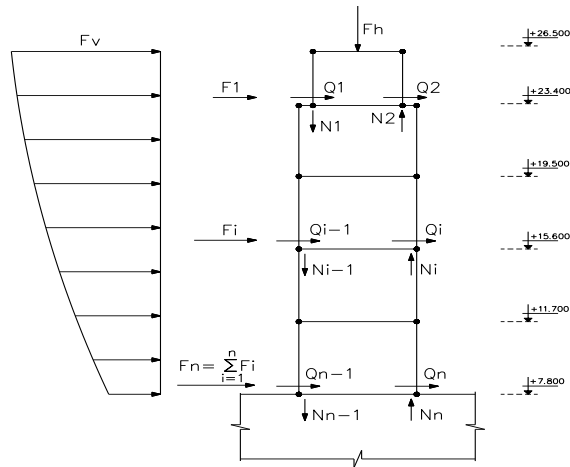
Kết cấu được rời rạc theo phương pháp phần tử hữu hạn dưới dạng các siêu phần tử. Mỗi mô đun trụ đỡ là một siêu phần tử. Các siêu phần tử nối với nhau tại vị trí các liên kết lắp ghép, hình 10. Phương trình cân bằng tổng quát của hệ kết cấu như sau:

$$Ku = F \quad (1)$$

trong đó: K là ma trận độ cứng của hệ thống; u là véc tơ chuyển vị nút; F là véc tơ tải trọng nút.

Nghiệm của phương trình là:

$$U = K^{-1}F \quad (2)$$



Hình 10. Sơ đồ tính kết cấu theo phương pháp phần tử hữu hạn

4.2 Các bài toán kiểm tra cấu kiện và liên kết [3]; [4]

Các bài toán kiểm tra cấu kiện và liên kết bao gồm:

- Bài toán kiểm tra cấu kiện và các mô đun lắp ghép không bị phá hủy trong các trạng thái thi công;
- Bài toán kiểm tra các liên kết, bao gồm: liên kết bu lông, liên kết hàn, liên kết bằng keo Hilti Re-500, đủ bền trong trạng thái khai thác công trình;
- Bài toán kiểm tra độ bền của các cấu kiện và các mô đun lắp ghép, bài toán kiểm tra tổng thể kết cấu công trình (điều kiện chuyển vị, biến dạng...) trong trạng thái khai thác.

Các bài toán nêu trên đây đã được tác giả bài báo này cùng với các đồng nghiệp trong Viện Xây dựng Công trình biển thực hiện và trình bày chi tiết trong [1], [3], [4], [5].

4.3 Ưu nhược điểm của giải pháp lắp ghép

Ưu điểm:

- Các cấu kiện và các mô đun lắp ghép đã được chế tạo sẵn ở xưởng, đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật và không bị nhiễm các tác nhân ăn mòn trong khi chế tạo;
- Việc vận chuyển cấu kiện ra đảo đơn giản hơn so với vận chuyển vật liệu rời;
- Giảm chi phí vận chuyển và giảm thời gian và nhân công thi công trên đảo;

Nhược điểm:

- Cần thiết bị nâng (cần cẩu) để thi công trên đảo;
- Vẫn còn các nguy cơ ăn mòn tại các chi tiết liên kết.

6. Kết luận

Phương pháp lắp ghép không phải là phương pháp mới trong xây dựng công trình. Những kết quả nghiên cứu trình bày trong bài báo này chỉ nhằm ứng dụng phương pháp lắp ghép để hạn chế sự xâm nhập các tác nhân ăn mòn gây phá hủy kết cấu xây dựng trong môi trường xâm thực mạnh tại khu vực Trường Sa.

Các phân tích trong bài báo cho thấy, các ưu điểm của phương pháp lắp ghép là cơ bản. Các nhược điểm có thể khắc phục được. Việc đưa thiết bị nâng lên đảo là khả thi. Đối với các

g trình dạng tháp có thể dùng các thiết bị nâng chuyên dụng để tháo rời để đưa lên đảo, đối với các công trình dân dụng nhỏ có thể dùng cầu thiếu nhi. Việc bảo vệ các chi tiết liên kết tránh xâm nhập của các tác nhân ăn mòn hoàn toàn khả thi bằng cách dùng sơn chuyên dụng hoặc phủ bằng lớp vật liệu chống ăn mòn cao.

Đối với các công trình dân dụng trên đảo, nếu sử dụng các tấm 3D để lắp ghép thì sẽ đạt được hiệu quả chống ăn mòn cao.

Tài liệu tham khảo

1. Đinh Quang Cường, 2005, “Ứng dụng tấm cốt pha bê tông và phương pháp bán lắp ghép cho cấu kiện tấm hoặc bản trong kết cấu xây dựng”, *Tạp chí Xây dựng*, số 9-2005.
2. Đinh Quang Cường, 2007, “Một số nghiên cứu ứng dụng công trình biển trọng lực để gia cố và xây dựng mới các công trình biển ở vùng DKI và Trường Sa”, *Tạp chí KHCN Xây dựng*, ĐHXD, số 1 năm 2007.
3. Đinh Quang Cường, 2007, “Một số bài toán khi ứng dụng phương pháp bán lắp ghép cho những cấu kiện tấm, bản trong kết cấu xây dựng”, *Tạp chí KHCN Xây dựng*, ĐHXD, số 2 năm 2007.
4. Vũ Đan Chinh, 2009, *Nghiên cứu cấu tạo và tính toán độ bền kết cấu trụ đỡ lắp ghép của các công trình ven biển-hải đảo kiểu trọng lực bê tông* - Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, do PGS.TS Đinh Quang Cường hướng dẫn.
5. Đinh Quang Cường, 2011, *Nghiên cứu xây dựng các công trình biển trọng lực bê tông để đỡ các đèn biển phù hợp điều kiện thực tế ở ven và trên các đảo bán chìm thuộc Trường Sa*. Mã số: B2007- 03 - 29TĐ.
6. TCVN 5574-1991, *Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông cốt thép*.
7. Hilti Manual, Issue 2005.