

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM SỬ DỤNG CỐT THANH FRP THAY CHO CỐT THÉP TRONG THIẾT KẾ CẤU KIỆN CỦA ĐÊ BIỂN

EXPERIMENTAL STUDY ON USING FIBRE REINFORCED POLYMER (FRP) BAR FOR REPLACING STEEL BAR IN THE DESIGN OF ELEMENTS OF SEA DIKE

Trần Long Giang

Đại học Hàng hải Việt Nam, Hải Phòng

Tóm tắt: Tại Việt Nam, đê lấn biển truyền thống chủ yếu sử dụng vật liệu là đất, đá đổ. Gần đây đã có một số đề xuất kết cấu đê sử dụng ống Geotube, đê đá mái nghiêng kết hợp với tường góc trên nền cọc hoặc thùng chìm bê tông cốt thép. Tuy nhiên, khảo sát hiện trạng gần đây cho thấy, các kết cấu công trình này khi thi công trên nền địa chất yếu phải xử lý nền để đảm bảo ổn định công trình. Công tác xử lý móng công trình ở dưới nước phức tạp, đòi hỏi độ chính xác rất cao, tốn nhiều vật liệu nên giá thành xây dựng không nhỏ, bên cạnh đó cốt thép thường bị han gỉ trong môi trường nước biển rất nhanh. Do đó để khắc phục các hạn chế này cần có giải pháp vật liệu mới, thi công đơn giản và giảm giá thành.

Từ khoá: Cốt thanh FRP, thiết kế đê, ổn định đê.

Chỉ số phân loại: 2.4

Abstract: In Vietnam, materials using for traditional sea dikes are mainly soil and stone. Recently, there has been a proposal of using Geotube, sloping stone dikes combined with corner walls on reinforced concrete piles or concrete caisson for dike structure. However, some recent survey shows that when these structures have constructed on weak geology, the ground under the foundation of the dike has to completed treatment for the stability of the dike. The treatment of underwater foundations of these structures requires very high accuracy, consumes a lot of materials, so the construction costs are high, besides, the steel bar is often rusted in the sea environment quickly. To overcome these limitations, it is necessary to have new material for simple construction and reduce the costs of work.

Keywords: Fibre Reinforced Polymer (FRP) bar, design of dike, the stability of dike.

Classification number: 2.4

1. Giới thiệu

Trước diễn biến phức tạp của việc biến đổi khí hậu, các dự án xây dựng đê lấn biển không chỉ là một giải pháp để mở rộng quỹ đất mà còn chủ động ứng phó với thực trạng mực nước biển tăng cao. Các công trình đê lấn biển hiện nay ở Việt Nam đều được thiết kế và xây dựng sử dụng các loại vật liệu truyền thống cơ bản: Đê đất, đá học, và bê tông cốt thép... [1-3]. Trên thị trường vật liệu xây dựng ở Việt Nam hiện nay có nhiều loại vật liệu mới ra đời với trọng lượng nhẹ và khả năng chịu lực rất cao điển hình như thanh FRP. Việc sử dụng Composite Polymer thay thế cho cốt thép sẽ tận dụng được ưu điểm chống ăn mòn trong môi trường nước biển, khả năng chịu kéo cao của vật liệu này giúp giảm nhiều về chiều dày các cấu kiện bê tông do không bị ràng buộc bởi yêu cầu chiều dày lớp bê tông bảo vệ và điều kiện khống chế vết nứt tính theo trạng thái giới hạn 2. Điều này giúp cho kết cấu có

kiến trúc đẹp hơn, nhẹ nhàng hơn, chi phí duy tu bảo dưỡng công trình ở mức thấp hơn.

Việc sử dụng kết cấu bê tông cốt thanh FRP để xây dựng các công trình đê lấn biển hiện nay chưa có nước nào nghiên cứu và ứng dụng. Vật liệu FRP có những chỉ tiêu cơ lý đáp ứng được yêu cầu cao của các kết cấu công trình làm việc trong môi trường nước biển (chịu kéo cao, không bị ăn mòn trong môi trường nước biển, nhẹ, thi công nhanh...), chính vì vậy, chúng tôi đề xuất giải pháp sử dụng kết cấu bê tông cốt thanh FRP trong xây dựng đê và kè mục đích giảm thời gian và tiết kiệm chi phí xây dựng cũng như duy tu bảo dưỡng công trình.

2. Tổng quan về vật liệu sử dụng xây dựng đê lấn biển

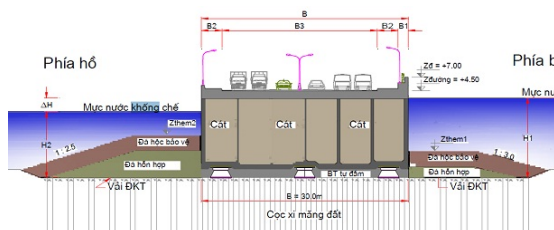
2.1. Thùng chìm bê tông cốt thép

Thùng chìm là những pông-tông bằng bê tông cốt thép (BTCT) được chế tạo trên bờ, sau đó

chuyển đến vị trí công trình và đánh chìm, tiếp đến được lấp đầy bằng bê tông (BT) hoặc cuội sỏi, cát, đá dăm [4].

Kết cấu thùng chìm có ưu thế cho phép giải phóng đá hoặc cát sỏi để di chuyển đến vị trí khác, vỏ thùng chìm được chế tạo tại bãi chuyên dụng hạ thủy và kéo đến vị trí xây dựng, sau khi đổ cát đá vào thùng các khoang được đầy bằng tấm BTCT dày từ 0,4 - 0,5 m để vật liệu không trôi ra ngoài các khe hở giữa tường thùng và các tấm BT được đổ BT.

Tuy nhiên việc lấp đầy bằng vật liệu rời có nhược điểm là khi tường mỏng bị vỡ cát sẽ trôi ra ngoài và sau đó thùng sẽ bị phá hủy hoàn toàn, [4]. Để khắc phục nhược điểm trên, các khoang ngoài theo chiều dọc và khoang ngoài theo chiều ngang được làm rộng 1m, đổ đầy BT, các khoang còn lại sẽ được đổ hỗn hợp cát và đá dăm. Tiết diện ngang của thùng chìm có thể là hình thang, hình chữ nhật và có mẫu conxon ở đáy.



Hình 1. Thùng chìm BTCT.

2.2. Rọ đá

Rọ đá thường được sản xuất theo tiêu chuẩn cơ sở TC-01-2004 và TC-02-2004.

Đặc điểm:

- Thi công đơn giản và nhanh chóng;
- Vận chuyển dễ dàng, có thể sử dụng nguyên liệu đá tại chỗ;
- Sử dụng được đá kích thước nhỏ, độ chặt cao;
- Đơn máy, tiến độ đảm bảo, chất lượng ổn định, mắt lưới đều, phân tán lực đồng đều;
- Mắt lưới xoắn 3 vòng, kết cấu vững chắc;
- Lưới mạ kẽm và bọc PVC chống xâm thực của môi trường;
- Kết cấu mềm chịu được biến dạng hay sụt trượt của kết cấu nền;

- Khả năng thoát nước tốt giúp giảm áp lực thủy động;



Hình 2. Rọ đá.

2.3. Vải địa kỹ thuật

• Dạng ống (Geotubes)

Công trình có dạng con lươn với vỏ bọc bằng vật liệu Geo-Composite (vải địa kỹ thuật) rất bền; phía dưới là các tấm phẳng làm bằng vật liệu đặc biệt nhằm chống lún và chống xói công trình; bên trong các con lươn chứa đầy cát và được bơm vào tại chỗ; Khi cần thiết có hệ thống neo đặc biệt để giữ chúng không bị di chuyển. Chiều dài trung bình của Stabiplate từ 50 m đến 80 m, có mặt cắt gần như hình elip chu vi khoảng 6,5 m đến 10 m. Kích thước của Stabiplate cũng như loại vật liệu được lựa chọn thích ứng với từng khu vực của công trình. Vật liệu tổng hợp Geo-Composite có hai lớp, lớp ngoài là lưới Polyeste màu sáng, lớp lọc bên trong là Polypropylene kiểu không dệt. Đặc tính cơ bản của Geo-Composite là có độ bền kéo 400 kN/m và độ thấm 0,041 m/s.

Ống được bơm đầy cát lẫn nước biển bởi hệ thống bơm thủy lực. Ống vải địa tổng hợp giữ lại cát còn nước được thấm qua lớp màng chảy ra ngoài. Geotube giữ lại một cách thường xuyên vật liệu dạng hạt ở cả hai loại công trình trên cạn và dưới nước [4].



Hình 3. Ống vải địa kỹ thuật (Geotubes).

- Dạng túi (Geobags)

Geobags được sản xuất từ vải địa kỹ thuật loại dệt sức bền cao, chứng tỏ là có hiệu quả và kinh tế trong việc đặt những túi lớn giống nhau cho việc chống xói mòn cũng như các công trình dưới nước khác. Geobags có thể tích thông thường từ 0,05 m³ đến 5 m³, được sản xuất với nhiều hình dạng khác nhau: Hình gối, hình hộp, hình nệm. Geobags ứng dụng để xây dựng đê hoặc gờ nước, các con đê tạm thời, bảo vệ đường bờ biển.



Hình 4. Túi vải địa kỹ thuật (Geobags).

3. Đề xuất giải pháp kết cấu đê lấn biển bằng các khung và bản bê tông cốt thanh FRP

Xuất phát từ nghiên cứu tổng quan, ưu nhược điểm của kết cấu đê biển và các loại vật liệu đã và đang được sử dụng tại Việt Nam hiện nay, chúng tôi đã tiến hành tổng hợp, đi sâu phân tích, đánh giá và lựa chọn giải pháp kết cấu phù hợp với điều kiện sau:

- Về điều kiện kinh tế, xã hội của vùng bảo vệ: Ngoài nhiệm vụ bảo vệ dân sinh kinh tế, đê bao phía ngoài có tác dụng tạo bãi làm hạ tầng xây dựng công trình.

- Về điều kiện kỹ thuật: Các tuyến đê lấn biển thường trên vùng bãi bồi nên nền địa chất rất mềm, yếu, địa hình có xu hướng lùi ra biển, bãi khá bằng phẳng, tác động của sóng vào khu vực này không lớn, chiều cao nước dâng tương đối nhỏ.

* Tiêu chí kỹ thuật:

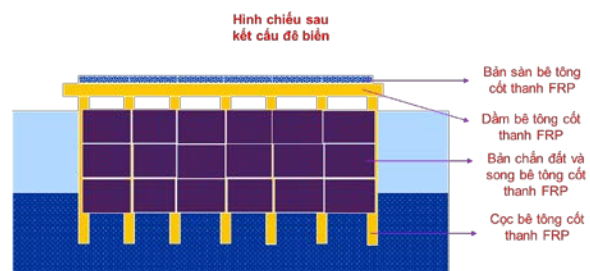
- Xây dựng tuyến đê quai lấn biển thực hiện đồng thời quá trình tôn cao đê với việc san lấp nền bãi phía trong đê quai nên kết cấu đê không cần đắp hoàn chỉnh theo kết cấu một

con đê thông thường, ở đây mặt cắt ngang đê chỉ thực hiện vai trò giữ cát phục vụ san nền, mái trong của đê có thể làm rất dốc, không sợ mất ổn định, mặt ngoài đê tiếp giáp với biển được bảo vệ như một mái kè bảo vệ bờ đê chống tác động của sóng biển;

- Tận dụng triệt để vật liệu địa phương;

- Có thể thi công trong điều kiện ngập nước (vì phần lớn bãi bồi xây dựng tuyến đê có cao trình nền thấp hơn cao trình triều trung bình).

Từ những phân tích ở trên chúng tôi lựa chọn phương án kết cấu dạng khung bản bê tông cốt thanh FRP có nhiều ưu điểm so với các kết cấu truyền thống (cấu kiện đúc sẵn đảm bảo chất lượng theo thiết kế, thời gian thi công nhanh chóng, khắc phục được bất lợi của điều kiện tự nhiên, điều kiện địa hình), từ đó giảm giá thành xây dựng và các chi phí duy tu bảo dưỡng công trình. Ngoài ra, các tấm bê tông có tác dụng giảm tác hại của sóng biển đến vật liệu làm lõi đê, ngăn cho vật liệu không bị trôi ra ngoài biển trong.



Hình 5. Giải pháp kết cấu đê lấn biển bằng khung và bản bê tông cốt thanh FRP.

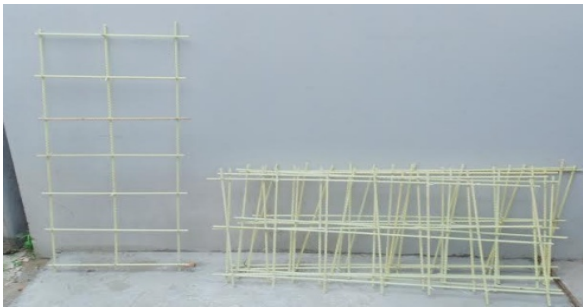
4. Nghiên cứu thực nghiệm sử dụng thanh FRP thay thế cốt thép trong các cấu kiện của kết cấu đê lấn biển dạng khung bản

Ở giai đoạn thiết kế sơ bộ kết cấu đê lấn biển dạng khung bản, việc lựa chọn kích thước của dầm và bản bê tông cốt thanh FRP dựa trên các thiết kế dầm và bản bê tông cốt thép đang áp dụng hiện nay [5]. Sau khi tiến hành thí nghiệm sẽ thay đổi kích thước cho phù hợp với tải trọng để tối ưu hóa các cấu kiện. Cụ thể dầm sử dụng bê tông M250 có kích thước $b \times h = 20 \times 30$ cm, dài $L = 3$ m được bố trí hai thanh FRP D14 chịu ở phía trên và hai thanh FRP D14 chịu lực ở phía dưới (hình 6). Bản bê tông M250 cốt thanh FRP có kích thước b

$x L = 60 \times 150$ cm, dày $h = 6$ cm, sử dụng cốt thanh D10 đan lưới 15×20 cm (hình 7).



Hình 6. Cốt thanh FRP của dầm.



Hình 7. Cốt thanh FRP của bản.

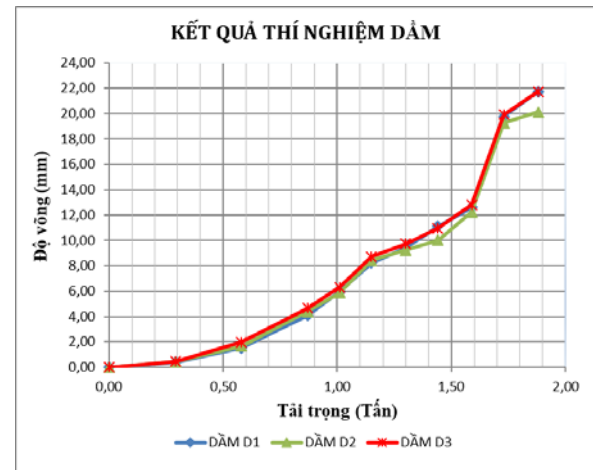
Các cấu kiện dầm và bản bê tông cốt thanh FRP được đúc và bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn sau 28 ngày thì tiến hành thí nghiệm khả năng cường độ chịu uốn (hình 8 và hình 9). Kết quả thí nghiệm khả năng chịu uốn của ba dầm D1, D2 và D3 như hình 10, kết quả thí nghiệm khả năng chịu uốn của ba bản B1, B2 và B3 như trong hình 11 [5].



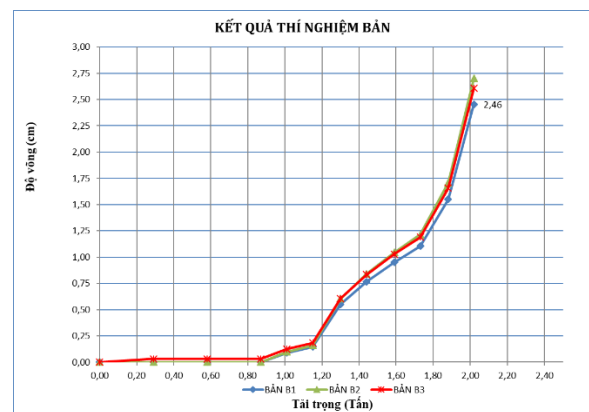
Hình 8. Thí nghiệm xác định khả năng chịu uốn của dầm bê tông cốt thanh FRP.



Hình 9. Thí nghiệm chịu uốn của bản bê tông cốt thanh FRP.



Hình 10. Khả năng chịu uốn của dầm bê tông cốt thanh FRP.



Hình 11. Khả năng chịu uốn của bản bê tông cốt thanh FRP.

Từ kết quả thí nghiệm khả năng chịu lực của dầm và bản bê tông sử dụng cốt thanh FRP thay cho cốt thép có thể rút ra nhận xét sau:

1) Khả năng chịu lực của ba dầm D1, D2 và D3 là khá giống nhau, dầm bị phá hoại khi tải trọng đạt gần 1,9 tấn, các dầm có độ võng khá lớn trên 20 mm. Sau khi vết nứt xuất hiện tại vị trí giữa dầm (mặt bên dưới) khả năng chịu lực của các dầm còn tăng thêm nhiều với 0,8 tấn;

2) Khả năng chịu lực của ba bản D1, D2 và D3 tương tự nhau, các bản bị phá hoại khi tải trọng đạt gần 2,5 tấn, các bản có độ võng khá lớn gần 30 mm. Sau khi vết nứt xuất hiện tại vị trí giữa bản (mặt bên dưới) khả năng chịu lực và chuyển vị của các bản còn tăng thêm gần gấp đôi;

3) Các trường hợp phá hoại của cả dầm và bản trong thí nghiệm đều do bê tông ở vùng chịu nén. Vì vậy cần giảm đường kính cốt thanh FRP hoặc tăng chiều dày cấu kiện để tối ưu hóa khả năng chịu lực của vật liệu.

5. Kết luận

Sau thời gian nghiên cứu, chúng tôi đưa ra các kết luận và khuyến nghị như sau:

- Việc đề xuất kết cấu mới sử dụng kết cấu khung kết hợp với bản bê tông cốt thanh FRP để xây dựng các công trình đê lấn biển sẽ mang lại hiệu quả kỹ thuật và kinh tế cao;

- Việc sử dụng thanh Composite cốt sợi thủy tinh để thay thế cho cốt thép trong công trình đê lấn biển bằng các cấu kiện bê tông cốt thanh FRP lắp ghép là hoàn toàn khả thi. Hiện nay đã có TCVN 11109:2015 và TCVN 11110:2015 hướng dẫn chi tiết cho tính toán và bố trí cốt thanh FRP;

- Chúng tôi đã đề xuất sơ bộ được phương án kết cấu mới sử dụng các cấu kiện bê tông FRP lắp ghép để làm đê lấn biển và thí nghiệm xác định được khả năng chịu lực của một số cấu kiện dầm và bản bê tông điển hình sử dụng cốt thanh FRP thay thế cho cốt thép;

- Việc lựa chọn kết cấu, kích thước chính xác cho kết cấu lựa chọn phụ thuộc vào các yếu tố tải trọng tác dụng lên công trình, số liệu địa chất, địa hình và số liệu thủy hải văn nơi xây dựng công trình;

- Chúng tôi cũng đã xây dựng mô hình thử nghiệm công trình với tỷ lệ 1/10 tại khu vực hồ huấn luyện của trường Đại học Hàng hải Việt Nam để so sánh với các kết quả tính toán theo mô hình toán học. Trong bài viết tiếp sau, chúng tôi tiếp tục công bố kết quả của mô hình thử nghiệm này □

Tài liệu tham khảo

- [1] Đặng Ngọc Thắng, *Tổng quan về các kết cấu bảo vệ mái đê đã được sử dụng ở đê biển Nam Định*, Tuyển tập hội thảo lần thứ nhất đề tài KC08-15/06-10-Tháng 1/2010;
- [2] *Giới thiệu một số giải pháp công nghệ mới trong công trình bảo vệ bờ sông* (Nguồn: Tạp chí KH&CN Thủy lợi Viện KHTLVN);
- [3] ThS.Lê Thanh Chương, PGS.TS. Lê Mạnh Hùng, *Một số giải pháp bảo vệ bờ sông, kênh, rạch ở các huyện phía tây tỉnh Tiền Giang*. (Tuyển tập kết quả khoa học và công nghệ 2008);
- [4] Trần Đình Hòa (2011), *Nghiên cứu kết cấu công trình và giải pháp xây dựng tuyến đê biển Vũng Tàu – Gò Công*, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, Hà Nội;
- [5] Trần Long Giang et all (2019), *Nghiên cứu đề xuất kết cấu mới dạng khung và bản bê tông cốt thanh FRP lắp ghép để xây dựng đê lấn biển*, mã số DT194043;
- [6] TCVN 4253-2012, *Nền các công trình thủy công. Tiêu chuẩn thiết kế*;
- [7] TCVN 5574-2012, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Tiêu chuẩn thiết kế*;
- [8] TCVN 11109:2015, *Cốt Composite Polymer*;
- [9] TCVN 11110 -2015, *Cốt composite polymer - ứng dụng trong kết cấu bê tông và địa kỹ thuật*.

Ngày nhận bài: 22/1/2020

Ngày chuyển phản biện: 30/1/2020

Ngày hoàn thành sửa bài: 19/2/2020

Ngày chấp nhận đăng: 26/2/2020