

Nghiên cứu giải pháp kiểm định hiện trạng các công trình bảo vệ ven bờ bằng bê tông cốt thép

Research on solutions for assessing the existing condition of coastal protection structures made of reinforced concrete

> TS NGÔ VIỆT ĐỨC¹, TS PHẠM HOÀNG²

¹Bộ môn Đường ô tô - Đường đô thị, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

²Bộ môn Xây dựng Nhà & CTCN, Học viện Kỹ thuật quân sự

TÓM TẮT

Các công trình có kết cấu bê tông cốt thép (BTCT) khi làm việc trong môi trường biển thường có độ bền suy giảm rất nhanh. Thực tế này đặt ra yêu cầu cấp thiết về việc nghiên cứu kiểm tra và thẩm định chất lượng trong quá trình thiết kế, quy trình thi công cũng như kiểm định hiện trạng chất lượng công trình. Tuy nhiên, các quy định về kiểm tra hiện trạng, đánh giá công trình BTCT, đặc biệt là các công trình làm việc trong môi trường biển hiện nay là chưa đầy đủ. Bài báo bước đầu đề xuất một trình tự để kiểm định hiện trạng các công trình bảo vệ ven bờ bằng BTCT và kiến nghị một vài giải pháp có thể áp dụng để quá trình kiểm định đạt được kết quả mong muốn.

Từ khóa: Kết cấu bê tông cốt thép; môi trường biển; hiện trạng công trình; quy trình kiểm định.

ABSTRACT

Reinforced concrete structures operating in marine environments often experience rapid deterioration. This reality raises a need for research into the investigation and quality assessment during the design process, construction procedures, as well as the evaluation of the existing condition of these structures. However, current regulations on the investigation and evaluation of reinforced concrete structures, especially those operating in marine environments, are still incomplete. This paper initially proposes a sequence for assessing the current condition of coastal protection structures made of reinforced concrete and suggests some solutions that can be applied to ensure the inspection process achieves the desired results.

Keywords: Concrete structures; marine environments; current condition; inspection process.

1. CÔNG VIỆC KIỂM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH BẢO VỆ VEN BỜ BẰNG BTCT

1.1. Các công trình bảo vệ ven bờ bằng BTCT

Công trình bảo vệ bờ biển có nhiều dạng, nhiều loại, nội dung nghiên cứu hướng đến là dạng công trình bảo vệ bờ có kết cấu bằng BTCT. Dạng công trình này được sử dụng phổ biến và là một trong những hạng mục quan trọng trong các công trình kinh tế ven biển như công trình nhà, cầu, cảng, bến cập tàu, cầu tàu... Các công trình có kết cấu BTCT khi làm việc trong môi trường khí ven biển, trên biển hay tiếp xúc trực tiếp với nước biển thường có độ bền suy giảm rất nhanh; thực tế này đặt ra yêu cầu cấp thiết về việc nghiên cứu kiểm tra và thẩm định chất lượng trong quá trình xây dựng, quy trình thi công cũng như kiểm định hiện trạng chất lượng công trình trong đó hiện tượng xâm thực và ăn mòn cốt thép đóng vai trò đáng kể.

Về hiện tượng hư hỏng kết cấu BTCT trong môi trường biển Việt Nam có thể thấy: Tác động xâm thực của môi trường biển là nguyên nhân khách quan dẫn đến ăn mòn và phá hủy kết cấu bê tông và BTCT. Tình trạng ăn mòn và hư hỏng các công trình BTCT đã xây dựng ở vùng biển Việt Nam đang ở mức báo động, đặc biệt là tốc độ ăn mòn làm hư hỏng kết cấu ở vùng nước lên xuống, vùng sóng tập, kết cấu nằm trong vùng khí quyển trên biển và ven biển sớm và nhanh hơn rất nhiều so với dự kiến đã thiết kế. Nguyên nhân chủ quan thuộc về những thiếu sót và bất cập trong công tác thiết kế, thi công, thẩm định, nghiệm thu, kiểm định, quản lý sử dụng và duy tu, bảo dưỡng công trình.

1.2. Các tiêu chuẩn hiện hành về đánh giá chất lượng công trình bằng BTCT

Đối tượng chính của đánh giá chất lượng hiện trạng công trình là khảo sát, thu thập dữ liệu phục vụ cho việc đánh giá các nguyên nhân, mức độ ăn mòn của các công trình BTCT vùng ven biển nói chung và công trình bảo vệ bờ nói riêng. Các tiêu chuẩn về kiểm định chất lượng hiện hành ở Việt Nam hiện nay như TCVN 9337:2012, TCVN 9348:2012, TCVN 9339:2012, TCVN 9336:2012, và TCVN 7572-15:2006 chỉ mới đề cập và yêu cầu thực hiện một số thí nghiệm nhằm xác định độ thấm Clo, tình trạng ăn mòn cốt thép trong bê tông, xác định độ pH, xác định hàm lượng Sunfat, xác định hàm lượng Clorua ...từ các mẫu trong phòng thí nghiệm nên các kết quả đưa ra chưa phản ánh toàn diện và đầy đủ các hiện tượng, mức độ hư hỏng, mức độ phá hủy của kết cấu BTCT làm việc trong môi trường biển, đặc biệt là kết cấu làm việc trong từng vùng khí, vùng nước mặn.

Cụ thể như Tiêu chuẩn TCVN 9139:2012, CÔNG TRÌNH THỦY LỢI - KẾT CẤU BÊ TÔNG, BTCT VÙNG VEN BIỂN - YÊU CẦU KỸ THUẬT [1] quy định những yêu cầu về thiết kế, lựa chọn vật liệu, thi công, vận hành và bảo dưỡng các kết cấu bê tông, BTCT công trình thủy lợi xây dựng trong

vùng chua phèn, mặn (gọi tắt là vùng ven biển) nhằm bảo vệ, chống ăn mòn và nâng cao tuổi thọ của công trình.

Tiêu chuẩn TCVN 9364:2012, KẾT CẤU BÊ TÔNG VÀ BTCT - YÊU CẦU CẤU BẢO VỆ CHỐNG ĂN MÒN TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN [2] quy định các yêu cầu về thiết kế, vật liệu và thi công nhằm đảm bảo khả năng chống ăn mòn cho các kết cấu bê tông, BTCT (thông thường và ứng suất trước) xây dựng ở vùng biển với niên hạn sử dụng công trình tới 50 năm.

Tiêu chuẩn TCVN 11736:2017, CÔNG TRÌNH THỦY LỢI - KẾT CẤU BẢO VỆ BỜ BIỂN - THIẾT KẾ, THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU [3] quy định yêu cầu thiết kế, thi công, nghiệm thu kết cấu bảo vệ bờ biển và đê biển. Tiêu chuẩn này áp dụng cho xây dựng mới hoặc cải tạo các kết cấu bảo vệ bờ biển và đê biển.

Có thể thấy, để tăng hiệu quả chống chịu các tác nhân gây hại từ môi trường biển, nâng cao tuổi thọ công trình bê tông và BTCT, các Tiêu chuẩn đều đưa ra các yêu cầu về vật liệu chế tạo, chất lượng thành phẩm của kết cấu (cường độ, tính toàn khối, toàn vẹn bề mặt,...) bên cạnh đó là các yêu cầu trong quá trình thi công, giải pháp xử lý các khuyết tật phát sinh và cách thức sửa chữa các hư hỏng. Tuy vậy, các tiêu chuẩn hiện nay chưa đưa ra được quy trình, trình tự để đánh giá tổng thể công trình.

2. QUY TRÌNH KIỂM ĐỊNH HIỆN TRẠNG CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH TẠI HIỆN TRƯỜNG

Quy trình được đề xuất dựa trên việc tổng hợp các giải pháp đã thực hiện, các quy định hiện hành và tham khảo tiêu chuẩn quốc tế [4]

2.1. Trình tự công tác khảo sát đánh giá chất lượng công trình BTCT trong môi trường ven biển

a. Tìm hiểu hồ sơ hoàn công công trình

Qua việc xem xét hồ sơ hoàn công công trình, ta có thể xác định được hiện trạng, khối lượng công trình. So sánh, đối chiếu các chỉ tiêu trong thiết kế với các quy chuẩn, tiêu chuẩn được áp dụng trong thiết kế, thi công, nghiệm thu. Từ đó định hướng các yêu cầu của công tác khảo sát công trình thực tế, như lựa chọn đối tượng, vị trí khảo sát; lựa chọn biện pháp, thiết bị khảo sát...

b. Khảo sát hiện trạng kết cấu

Bước 1: Quan trắc hình khối kết cấu công trình

Thông qua việc khảo sát kết cấu công trình bằng mắt thường cùng các thiết bị, dụng cụ đơn giản như thước thép, quả dọi, ống nước nivo, máy thủy bình, kinh vĩ... Ta xác định hình khối tổng thể của công trình, đánh giá chất lượng công trình thông qua các tham số thu được như độ nghiêng lệch, cong vênh, độ võng, vồng, gẫy khúc, nứt, bong rộp...

Bước 2: Kiểm tra kích thước và hình dạng kết cấu

Đây là khảo sát các đặc trưng hình học của công trình, xác định các kích thước cơ bản của công trình như chiều cao, chiều rộng, chiều dài nhịp, khoảng cách bước khung... và những kích thước khác ảnh hưởng trực tiếp tới trạng thái biến dạng của đối tượng. Sau đó phải kiểm tra chi tiết đối với kết cấu là xác định các kích thước và hình dạng tiết diện thực tế của những phần tử kết cấu và các chi tiết trong công trình. Bước này ngoài các dụng cụ thô sơ như bước 1, cần dùng các máy đo chuyên dụng trong phương pháp thí nghiệm không phá hoại như máy đo chiều dày, máy đo bằng sóng siêu âm trong kết cấu bê tông và BTCT.

Bước 3: Phát hiện và Khảo sát các khuyết tật và hư hỏng mặt ngoài của kết cấu

Việc kiểm tra phát hiện các hư hỏng mặt ngoài của kết cấu công trình như hiện tượng nứt nẻ, các vết rạn nứt, vị trí, khu vực phân bố trên bề mặt. Từ đó sơ bộ tìm được nguyên nhân gây nứt kết cấu là do đâu.

c. Khảo sát chất lượng vật liệu cấu tạo thành kết cấu

- Khảo sát chất lượng của bê tông theo phương pháp gián tiếp: sử dụng thiết bị súng thử cường độ bê tông để đánh giá cường độ bê tông (súng bậ nẩy) kết hợp máy đo siêu âm.

- Khảo sát chất lượng của cốt thép trong bê tông bằng phương pháp không phá hoại mẫu: sử dụng phương pháp điện từ. Sự khuếch tán clo trong bê tông được thu lại bằng cách đo dòng chạy qua mẫu. Dòng tăng lên do độ thẩm clo và tăng cao khi ion clo thâm nhập tới thanh thép và thanh thép bắt đầu bị ăn mòn. Khi đó mẫu sẽ nứt hoặc quan sát thấy nước gỉ trên bề mặt, dọc thanh thép.



Hình 1. Sơ đồ trình tự và nội dung chính trong công tác khảo sát đánh giá chất lượng công trình BTCT trong môi trường ven biển [4]

3. MỘT SỐ ĐỀ XUẤT TRONG VIỆC THỰC HIỆN QUY TRÌNH KIỂM ĐỊNH HIỆN TRẠNG CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH TẠI HIỆN TRƯỜNG

3.1. Phân loại hiện trạng công trình và các nội dung cần đánh giá

a. Khi công trình chưa xuất hiện các dấu hiệu hư hỏng

Các cuộc kiểm tra định kỳ hiện trạng là cần thiết để ghi lại tính chất và mức độ của các hiện trạng quan sát được, xác định bất kỳ vấn đề nào và các thành phần hoặc chi tiết liên quan. Tần suất kiểm tra phụ thuộc vào quy mô và tính chất của công trình. Đánh giá các hiện trạng quan sát được từ đó xác định sự cần thiết phải theo dõi, các giải pháp khắc phục phù hợp cần được ghi lại trong báo cáo. Nếu nghi ngờ các vấn đề về công trình, chẳng hạn như sự cố, nên sử dụng các chuyên gia có kinh nghiệm để điều tra và đánh giá thêm.

Nói chung, cần chú ý đến các vị trí kết nối, gối đỡ, các khu vực thay đổi đột ngột về hình học và các khu vực có tập trung tải trọng. Những ghi chú hiện trường, hồ sơ bằng ảnh chụp và video là những công cụ hỗ trợ có giá trị trong việc phân loại và truyền đạt thông tin về các điều kiện và vấn đề quan sát được tại hiện trường. Khi quan sát thấy sự xuống cấp hoặc sự cố bất thường, cần phải ghi lại bằng ảnh chụp về tình trạng này.

Khi phát hiện ra sự cố có thể dẫn đến tình trạng không an toàn hoặc nguy hiểm tiềm ẩn, chủ công trình cần được thông báo ngay lập tức và khuyến nghị các biện pháp xử lý tạm thời hoặc các biện pháp an toàn khẩn cấp khác. Có thể cần tiếp tục theo dõi sau đó các chuyển vị, vết nứt và sự phát triển nếu có.

b. Khi công trình xuất hiện các dấu hiệu hư hỏng

Sau một thời gian sử dụng nhất định, các kết cấu bê tông và nhất là BTCT xây dựng trong môi trường chua phèn, mặn có thể bị hư hỏng do ăn mòn gây ra từ các tác nhân ăn mòn của môi trường. Để đánh giá và đưa ra các phương án sửa chữa các hư hỏng, có thể tiến hành theo trình

tự các bước sau:

- Xác định dấu hiệu hư hỏng

Các kết cấu bê tông được xác định là đã bị hư hỏng do ăn mòn khi quan sát thấy một trong những dấu hiệu sau [5]

1) Bề mặt bê tông bị ăn mòn để lộ cốt liệu lớn trên diện rộng;

2) Bề mặt bê tông bị nứt nẻ, phồng rộp hoặc bong tróc cục bộ từng mảng;

Các kết cấu BTCT được xác định là bị hư hỏng do ăn mòn khi quan sát thấy một trong những dấu hiệu sau [5]

1) Các dấu hiệu hư hỏng bê tông như đã nêu ở trên;

2) Các dấu hiệu hư hỏng cốt thép:

a) Rỉ sắt màu vàng đỏ tiết ra từ trong lòng khối bê tông;

b) Xuất hiện các vết nứt lớp bê tông dọc theo các thanh cốt thép;

c) Bong rộp lớp bê tông bảo vệ để lộ cốt thép bị rỉ.

- Khảo sát mức độ hư hỏng

Căn cứ vào dấu hiệu và mức độ hư hỏng bên ngoài, để phân ra dạng và mức hư hỏng

Từ đó tìm ra vùng hư hỏng nặng đại diện tập trung để khảo sát chi tiết

1) Khảo sát chi tiết các kết cấu bê tông bị hư hỏng

Xác định các tính chất cơ lý của bê tông tại các vùng bị hư hỏng [5]
Khoan lấy mẫu theo TCVN 3105:1993. Xác định độ đồng nhất về cường độ bê tông [5]. Xác định lượng chất xâm thực hoặc mức độ các bộ nát hóa bê tông theo chiều sâu [5]

2) Khảo sát chi tiết các kết cấu BTCT

Phần khảo sát bê tông tiến hành như trên. Xây dựng bổ sung chiều dày lớp bê tông bảo vệ và sự đồng đều của chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép trên kết cấu bằng các thiết bị điện tử (theo BS 1881 part 204:1988). Kết hợp đục cục bộ một vài vị trí để kiểm tra lại các kết quả đã đo.

Dùng thiết bị điện tử để xác định đường kính cốt thép nằm trong bê tông (theo BS 1881 part 204:1998) hoặc đục lộ cốt thép ở một vài vị trí để xác định đường kính thực tế. So sánh với hồ sơ hoàn công nếu có.

Dùng thiết bị chuyên dùng để đo độ rỉ của cốt thép trong bê tông (CANIN - đo điện thế của cốt thép) kết hợp đục lộ cốt thép để xác định mức độ rỉ của cốt thép (theo ASTM C 876-91). Tại các vị trí cốt thép bị hở, cạo sạch rỉ và đo đường kính còn lại bằng thước kẹp cơ khí.

Dùng kính phóng đại chính xác tới 0,001 mm để đo độ rộng các vết nứt nhìn thấy.

3) Đánh giá mức độ hư hỏng

Xác định khả năng chịu lực còn lại của kết cấu [5], xác định giá trị cường độ tiêu chuẩn và cường độ tính toán của bê tông trên cấu kiện theo TCVN 5574:1991. Trên cơ sở đó phân chia các kết cấu hoặc bộ phận kết cấu thành hai nhóm:

- Cần gia cố tăng cường khả năng chịu lực, bao gồm các cấu kiện đã bị ăn mòn và hư hỏng nặng;

- Không cần gia cố tăng cường khả năng chịu lực, bao gồm các cấu kiện hư hỏng nhẹ hoặc chưa bị hư hỏng.

Xác định mức độ và khả năng chống ăn mòn của kết cấu [5], đối với kết cấu bê tông, phân thành 03 mức: Đã bị ăn mòn; không còn khả năng chống lại sự ăn mòn của môi trường; chưa bị ăn mòn. Đối với BTCT có thể chia thành 03 mức [5]: Đã bị ăn mòn; bê tông không còn đủ khả năng bảo vệ cốt thép; không còn đủ khả năng chống lại sự ăn mòn của môi trường. Chưa bị ăn mòn: Khi chưa thấy các dấu hiệu hư hỏng bên ngoài; thép chưa bị rỉ cục bộ; bê tông có các chỉ tiêu đảm bảo yêu cầu.

4) Đánh giá về điều kiện làm việc của kết cấu

Điều kiện làm việc của kết cấu bê tông và BTCT công trình vùng ven biển có thể phân làm 02 loại [5]: Có yếu tố gây tăng tốc độ ăn

mòn, không có các yếu tố như trên.

3.2. Thực hiện các kiểm định theo hướng sử dụng các thí nghiệm không phá huỷ

a. Các thí nghiệm không phá huỷ cơ bản

Nếu đã có các thông tin chi tiết công trình xây dựng ban đầu hoặc bản vẽ thiết kế ban đầu, các phương pháp thí nghiệm không phá huỷ có thể được sử dụng để xác minh thông tin xây dựng hoặc sửa chữa ban đầu tại một số vị trí ngẫu nhiên (ACI 228.2R). Nếu không có chi tiết bản vẽ thiết kế ban đầu, các phương pháp thí nghiệm không phá huỷ có thể phải được sử dụng rộng rãi để thiết lập các điều kiện hiện trạng, chẳng hạn như kích thước và khoảng cách cốt thép tại các vị trí quan trọng. Số lượng thí nghiệm thích hợp tại các địa điểm đã chọn sẽ thiết lập một ước tính đáng tin cậy (ASTM E 122).

Thí nghiệm không phá huỷ có thể xác định các điều kiện hiện có, chẳng hạn như tiềm năng ăn mòn cốt thép trong bê tông, sự có mặt của tách lớp hoặc nứt vỡ, ước tính cường độ bê tông và chất lượng bê tông tổng thể.

Để bổ sung các thông tin quan trắc tại hiện trường, có thể sử dụng các phương pháp thí nghiệm không phá huỷ sau [4]:

- Sử dụng súng bật nảy để xác định cường độ bê tông

- Sử dụng phương pháp siêu âm để xác định cường độ và độ đồng nhất bê tông

- Đo lớp bê tông bảo vệ cốt thép và vị trí cốt thép

- Đo độ dày lớp cacbonat hoá

- Xác định hàm lượng clorua trong bê tông cứng

- Thí nghiệm clorua

b. Các thí nghiệm không phá huỷ chuyên sâu

Khi các thí nghiệm không phá huỷ cơ bản chưa đủ dữ liệu thông tin để đánh giá công trình một cách rõ ràng, có thể sử dụng các phương pháp thí nghiệm không phá huỷ chuyên sâu hơn như sau [4]:

- Thí nghiệm đo điện thế

- Thí nghiệm đo tốc độ ăn mòn

- Thí nghiệm đo khả năng vận chuyển chất lỏng

- Thí nghiệm kiểm tra thạch học

- Thí nghiệm tính thấm khí

4. NHẬN XÉT

Bài báo bước đầu đã đưa ra một trình tự để kiểm tra hiện trạng các công trình BTCT tùy theo trạng thái thực tế của công trình. Đây cũng là một trong các thông tin quan trọng để có thể dự báo được tuổi thọ còn lại của công trình, là cơ sở để đề xuất các giải pháp duy tu sửa chữa, khắc phục những hư hại của công trình BTCT.

Trong quá trình thực hiện công tác kiểm tra đánh giá công trình, việc sử dụng các công cụ tiên tiến, các phương pháp thí nghiệm không làm ảnh hưởng đến chất lượng và tuổi thọ công trình cũng là một giải pháp nên được chú trọng. Không chỉ đạt độ chính xác yêu cầu, các giải pháp này còn có khả năng lưu trữ, xử lý thông tin chính xác phục vụ tốt cho công tác quản lý công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] TCVN 9139:2012, Bộ Khoa học và Công nghệ (2012). «Tiêu chuẩn thủy lợi - kết cấu bê tông, bê tông cốt thép vùng ven biển - yêu cầu kỹ thuật».

[2] TCVN 9346:2012, Bộ Khoa học và Công nghệ (2012). «Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển».

[3] TCVN 11736:2017, Bộ Khoa học và Công nghệ (2017) « Công trình thủy lợi - kết cấu bảo vệ bờ biển - thiết kế, thi công và nghiệm thu ».

[4] Nghiên cứu phương pháp kiểm định hiện trạng chất lượng công trình bảo vệ bờ biển bằng bê tông cốt thép và mô hình dự báo tuổi thọ còn lại của công trình có kể đến mức độ ăn mòn cốt thép, Đề tài cấp Bộ Xây dựng, Mã số đề tài: B2019-XDA-562-17 (2017)

[5] TCVN 9139:2012, Bộ Khoa học và Công nghệ (2012). «Công trình thủy lợi - kết cấu bê tông, bê tông cốt thép vùng ven biển - yêu cầu kỹ thuật».