

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

PHẠM ĐÌNH PHÚ
KHÓA 2 (2014-2016). LỚP CAO HỌC KHÓA 2

**KHẢO SÁT MỘT SỐ KẾT CẤU BTCT TRONG NHÀ
VÀ CÔNG TRÌNH ĐÃ VÀ ĐANG CHỊU ẢNH HƯỞNG
CỦA MÔI TRƯỜNG BIỂN VÙNG QUẢNG NINH**

**Chuyên ngành: KỸ THUẬT XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH
DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP
MÃ SỐ: 60.58.02.08**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Người hướng dẫn khoa học:

PGS-TS. Lê Thanh Huân

Hải Phòng, tháng 4 năm 2017

MỤC LỤC

MỤC LỤC:	(1)
MỞ ĐẦU:	(3)
1. Tính cấp thiết của đề tài:	(3)
2. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài	(4)
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài.....	(4)
3.1. Đối tượng nghiên cứu.....	(4)
3.2. Phạm vi nghiên cứu.....	(4)
4. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu.....	(5)
5. Bố cục luận văn.....	(5)
CHƯƠNG I: KHÁI QUÁT VỀ KẾT CẤU BTCT	(6)
1.1. KHÁI NIỆM VỀ BTCT	(6)
1.1.1. Tính chất của BTCT.....	(6)
1.1.2. Phân loại:	(6)
1.1.3. Ưu và khuyết điểm của BTCT:	(7)
1.1.4. Phạm vi ứng dụng và xu hướng phát triển:	(8)
1.2. TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU	(8)
1.2.1. Tính chất của bê tông:	(8)
1.2.2. Cấp độ bền và mác của bê tông:	(10)
1.2.3. Tính năng cơ lý của cốt thép:	(10)
1.2.4. Bê tông và cốt thép:	(12)
1.3. MỘT SỐ CÔNG TRÌNH BTCT ĐẶC TRƯNG CHỊU ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG BIỂN ĐÃ VÀ ĐANG XÂY DỰNG TẠI QUẢNG NINH	(12)
1.3.1. Công trình dân dụng, công nghiệp:.....	(12)
1.3.2. Công trình giao thông, hạ tầng, kỹ thuật, nông nghiệp và phát triển nông thôn:	(13)
Nhận xét chương I:.....	(13)
CHƯƠNG II: KẾT CẤU BTCT CHỊU ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG BIỂN (14)	
2.1. PHÂN VÙNG XÂM THỰC TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN THEO TCVN 9346-2012... (14)	

2.2. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA MÔI TRƯỜNG BIỂN VIỆT NAM VÀ VÙNG BIỂN QUẢNG NINH.....	(15)
2.3. NGUYÊN NHÂN VÀ HIỆN TRẠNG GÂY ĂN MÒN VÀ PHÁ HỦY CÁC CÔNG TRÌNH BTCT TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN.....	(20)
2.4. CƠ CHẾ GÂY ĂN MÒN CỦA MÔI TRƯỜNG BIỂN, NGUYÊN NHÂN VÀ HIỆN TRẠNG GÂY ĂN MÒN VÀ PHÁ HỦY CÁC KẾT CẤU BTCT TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN.....	(21)
2.4.1. Cơ chế gây ăn mòn của môi trường biển.....	(21)
2.4.2. Nguyên nhân do tác động xâm thực của môi trường biển.....	(22)
2.4.3. Nguyên nhân do thiết kế, thi công, quản lý sử dụng công trình.....	(27)
2.4.3. Hiện trạng ăn mòn và phá hủy các công trình BTCT trong môi trường biển nước ta.....	(28)
Nhân xét chương II.....	(29)
CHƯƠNG III: KHẢO SÁT MỘT SỐ KẾT CẤU BTCT TRONG NHÀ VÀ CÔNG TRÌNH ĐÃ VÀ ĐANG CHỊU ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG BIỂN QUẢNG NINH.....	(31)
3.1. PHƯƠNG PHÁP KHẢO SÁT BẰNG THỰC NGHIỆM KẾT CẤU BTCT.....	(31)
3.1.1. Tìm hiểu hồ sơ hoàn công công trình.....	(31)
3.1.2. Khảo sát hiện trạng kết cấu	(31)
3.1.3. Khảo sát chất lượng vật liệu cấu tạo thành kết cấu.....	(32)
3.2. KHẢO SÁT MỘT SỐ CÔNG TRÌNH CỤ THỂ CHỊU ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG BIỂN QUẢNG NINH.....	(32)
3.2.1 Khảo sát công trình: Nhà làm việc Bưu điện tỉnh Quảng Ninh.....	(33)
3.2.2. Khảo sát công trình: Cảng Cô Tô.....	(71)
3.2.3. Nguyên nhân làm công trình bị xâm thực, xuống cấp và các giải pháp khắc phục.....	(90)
3.3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	(94)
3.3.1. Kết luận.....	(94)
3.3.2. Kiến nghị.....	(95)
TÀI LIỆU THAM KHẢO	(96)

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Cùng với sự phát triển nhanh của nền kinh tế nước ta đã thúc đẩy mạnh mẽ tốc độ phát triển của ngành xây dựng các công trình dân dụng - công nghiệp, giao thông, thủy lợi, hạ tầng kỹ thuật... Các công trình sử dụng kết cấu BTCT (BTCT) ngày càng được sử dụng rộng rãi và rất có hiệu quả, đặc biệt là các công trình chịu ảnh hưởng xâm thực của môi trường biển.

Việt Nam có đường bờ biển dài hơn 3200 km từ 8037' đến 21032' Bắc. Sau năm 1960 số lượng các công trình làm việc trong môi trường biển tăng đáng kể. Theo kết quả khảo sát của các cơ quan nghiên cứu trong nước như Viện KHCN xây dựng, Viện KH vật liệu, Viện KH thủy lợi, viện KHCN giao thông vận tải, Trường ĐH bách khoa Đà Nẵng, ... thì tình trạng suy giảm tuổi thọ công trình bê tông và BTCT làm việc trong môi trường biển đáng để quan tâm. Thực tế có hơn 50% bộ phận kết cấu bê tông và BTCT bị ăn mòn, hư hỏng nặng hoặc bị phá hủy chỉ sau từ 10-30 năm sử dụng [1]. Hầu hết các kết cấu này trong quá trình làm việc đều tiếp xúc với môi trường không khí và nước biển. Giữa vật liệu và môi trường luôn xảy ra các tác động qua lại và bản thân bê tông luôn thay đổi trạng thái cấu trúc.

Để đánh giá khả năng chịu ảnh hưởng xâm thực của môi trường biển của kết cấu BTCT từ hơn mười năm trở lại đây đang dành được nhiều sự quan tâm trong công tác khảo sát, nghiên cứu của các tổ chức, cá nhân các nhà khoa học kỹ thuật.

Đã và đang có nhiều tác giả khảo sát, nghiên cứu về các nguyên nhân gây ăn mòn, hư hỏng kết cấu BTCT trong nhà và công trình. Từ đó đưa ra các đề xuất, giải pháp, biện pháp nhằm giảm thiểu các tác động của môi trường biển, kéo dài tuổi thọ công trình.

Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 327:2004 nay được chuyển đổi thành Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9346:2012 **KẾT CẤU BÊ TÔNG VÀ BTCT - YÊU CẦU BẢO VỆ CHỐNG ĂN MÒN TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN** đang giúp ích rất nhiều cho các nhà tư vấn, xây dựng trong việc thiết kế, thi công các công trình kết cấu BTCT chịu ảnh hưởng của môi trường biển. Như đã nói ở trên việc khảo sát, nghiên cứu để tìm ra các nguyên nhân ảnh hưởng tới chất lượng

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

kết cấu BTCT do môi trường biển vẫn đang được tiếp tục và có lẽ sẽ không bao giờ kết thúc, trừ khi có một loại vật liệu tối ưu thay thế cho kết cấu BTCT trong các công trình.

Đối với Quảng Ninh, một Tỉnh có hơn 250 km bờ biển chạy dài từ Quảng Yên đến Móng Cái với 02 huyện đảo Vân Đồn và Cô Tô, có hơn 2000 hòn đảo cùng hàng chục bến cảng lớn, nhỏ. Hiện nay đang nằm trong top 10 tỉnh phát triển mạnh nhất cả nước thì việc đầu tư xây dựng các dự án, công trình liên quan đến biển sẽ ngày càng nhiều. Vì vậy, công tác khảo sát, nghiên cứu chống ăn mòn và bảo vệ công trình BTCT vùng biển Quảng Ninh là rất quan trọng và đáng được quan tâm.

Xuất phát từ thực tế đó với đề tài **Khảo sát một số kết cấu BTCT trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh** tác giả mong muốn luận văn sẽ góp một phần nhỏ trong công tác khảo sát, nghiên cứu chống ăn mòn và bảo vệ công trình BTCT vùng biển Quảng Ninh nói riêng và Việt Nam nói chung.

2. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài

Mục tiêu của đề tài là Khảo sát một số kết cấu BTCT trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh.

Làm tài liệu tham khảo cho công tác khảo sát thiết kế, thi công, bảo trì, sửa chữa các kết cấu BTCT ở các công trình chịu ảnh hưởng của môi trường biển và công tác nghiên cứu khoa học trong phạm vi tỉnh Quảng Ninh.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài

3.1. Đối tượng nghiên cứu

Kết cấu và công trình BTCT đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh.

3.2. Phạm vi nghiên cứu

Trong phạm vi luận văn, học viên chỉ khảo sát một số kết cấu BTCT trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh, cụ thể tại 02 công trình: Nhà làm việc Bưu điện tỉnh Quảng Ninh và Cảng Cô Tô.

4. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

Khảo sát các kết cấu BTCT trong công trình thực tế đang sử dụng chịu ảnh hưởng xâm thực của môi trường biển vùng Quảng Ninh.

Trong đề tài sử dụng phương pháp khảo sát bằng trực giác, lấy mẫu thí nghiệm hiện trường.

5. Bố cục luận văn

Ngoài phần mở đầu, kết luận và kiến nghị, nội dung luận văn được trình bày gồm 3 chương:

Chương I: Khái quát về BTCT

Chương II: BTCT chịu ảnh hưởng của môi trường biển

Chương III: Khảo sát một số kết cấu BTCT trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển Quảng Ninh.

CHƯƠNG I

KHÁI QUÁT VỀ BTCT

1.1. KHÁI NIỆM VỀ BTCT

1.1.1. Tính chất của BTCT

BTCT là vật liệu xây dựng phức hợp gồm bê tông và cốt thép công tác chịu lực với nhau.

Bê tông được chế tạo từ xi măng (chất kết dính) + cát, sỏi - đá (cốt liệu) + nước + chất phụ gia. Bê tông có khả năng chịu nén rất tốt, nhưng khả năng chịu kéo rất kém, cường độ chịu kéo của bê tông nhỏ hơn cường độ chịu nén rất nhiều (8 -15 lần). Trong khi cốt thép vừa chịu kéo và chịu nén đều tốt. Để tăng khả năng chịu kéo của cấu kiện, người ta đặt cốt thép vào trong bê tông, từ đó BTCT ra đời.

Bê tông và cốt thép cùng làm việc được với nhau là do:

+ Bê tông khi đóng rắn lại thì dính chặt với thép cho nên ứng lực có thể truyền từ vật liệu này sang vật liệu kia, lực dính có được đảm bảo đầy đủ thì khả năng chịu lực của thép mới được khai thác triệt để.

+ Giữa bê tông và cốt thép không xảy ra phản ứng hóa học, ngoài ra hệ số giãn nở nhiệt của cốt thép và bê tông gần bằng nhau:

$$\alpha_s = 0.000012; \alpha_b = 0.000010 - 0.000015$$

1.1.2. Phân loại

a. Theo phương pháp thi công:

BTCT toàn khối: ghép cốt pha và đổ bê tông tại công trình, điều này đảm bảo tính chất làm việc toàn khối (liên tục) của bê tông, làm cho công trình có cường độ và độ ổn định cao.

BTCT lắp ghép: chế tạo từng cấu kiện (móng, cột, dầm, sàn,..) tại nhà máy, sau đó đem lắp ghép vào công trình. Cách thi công này đảm bảo chất lượng bê tông trong từng cấu kiện, thi công nhanh hơn, ít bị ảnh hưởng của thời tiết, nhưng độ cứng toàn khối và độ ổn định của cả công trình thấp.

BTCT bán lắp ghép: có một số cấu kiện được chế tạo tại nhà máy, một số khác đổ tại công trình để đảm bảo độ cứng toàn khối và độ ổn định cho công trình. Thường thì sàn được lắp ghép sau, còn móng, cột, dầm được đổ toàn khối.

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

b. Theo trọng lượng thể tích:

- Bê tông nặng: có khối lượng riêng trung bình từ $\gamma_b = 22 - 25 \text{ kN/m}^3$
- Bê tông nhẹ: có khối lượng riêng trung bình khoảng $\gamma_b = 18 \text{ kN/m}^3$; nếu có cấu trúc lỗ rỗng $\gamma_b = 5 - 18 \text{ kN/m}^3$
- Bê tông đặc biệt, bê tông chống thấm, bê tông bền sulfat...

c. Theo trạng thái ứng suất:

- Bê tông thường.
- Bê tông dự ứng lực (căng trước và căng sau).[2], [3], [4]

1.1.3. Ưu và khuyết điểm của BTCT

a. Ưu điểm

BTCT (BTCT), hiện nay vẫn là vật liệu chủ yếu được sử dụng rộng rãi trong các công trình xây dựng vì có các ưu điểm sau:

Sử dụng vật liệu địa phương. Do đó rẻ tiền hơn so với thép khi cùng chịu tải trọng như nhau.

Có khả năng chịu ăn mòn của môi trường biển tốt hơn thép, gạch.

Có khả năng chịu lực lớn hơn so với kết cấu gạch đá, gỗ có thể chịu tải trọng tĩnh và động như gió bão và động đất.

Bền vững, dễ bảo dưỡng, sửa chữa ít tốn kém.

Chịu nhiệt tốt hơn so với thép, gạch.

Có thể tạo thành nhiều loại bê tông có tính chất khác nhau, có hình dạng bất kỳ theo các yêu cầu về cấu tạo, về sử dụng cũng như về kiến trúc.

Có khả năng cơ giới hóa, tự động hóa cao trong quá trình sản xuất và thi công.

b. Nhược điểm

Khối lượng riêng khá lớn, do đó gây khó khăn và chi phí tăng cho thi công, vận chuyển, lắp dựng...

Dưới tác dụng của tải trọng, bê tông dễ phát sinh khe nứt làm mất thẩm mỹ và gây thấm cho công trình.

Thi công phức tạp, tốn nhiều công pha khi thi công toàn khối.

Những nhược điểm trên ngày càng được khắc phục cùng với các tiến bộ của khoa học công nghệ.

1.1.4. Phạm vi ứng dụng và xu hướng phát triển

BTCT được sử dụng trong nhiều lĩnh vực, làm kết cấu chịu lực cho các công trình dân dụng - công nghiệp, giao thông, thủy lợi, thủy điện, hạ tầng kỹ thuật, cảng biển, dân sự, quốc phòng...

BTCT ngày càng được sử dụng nhiều trong các công trình xây dựng, nhờ vào các tiến bộ khoa học kỹ thuật, đã khắc phục được một số nhược điểm chính của bê tông, bê tông ngày càng có khả năng chịu lực tốt hơn, thay thế được nhiều kết cấu trong các dạng công trình khác nhau.

1.2. TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU

1.2.1. Tính chất của Bê tông

a. Tính chất hóa học:

Bê tông có thể đông cứng trong một vài giờ, tuy nhiên một số phản ứng hóa học có thể kéo dài trong vài tuần thậm chí vài năm, do trong bê tông có một số thành phần chưa thủy hóa hết. Trong bê tông có đá xi măng là thành phần cơ bản. Trong quá trình thủy hóa sinh ra $\text{Ca}(\text{OH})_2$ và C_3AH_6 dễ hòa tan và khi hòa tan vào nước chúng sinh ra các lỗ rỗng trong cấu trúc bê tông, dần dần làm cho cường độ bê tông giảm đi và có thể bị phá hủy.

Sự cabonnat hóa bê tông: trong quá trình làm việc theo thời gian, các ôxit axit (chủ yếu là khí CO_2) từ môi trường xung quanh khuếch tán vào trong bê tông, trung hòa dung dịch kiềm trong các lỗ, mao quản bê tông làm giảm độ pH trong môi trường bê tông tạo ra sự phân lớp giữa phần bê tông bị cabonnat hóa và phần bê tông còn lại.

Sự xâm nhập của Ion SO_4^{2-} .

Sự xâm nhập của Ion Cl^- .

b. Tính chất cơ lý:

Tính năng cơ lý của bê tông bao gồm: *tính năng cơ học - về cường độ và tính năng vật lý - về biến dạng, co ngót, chống thấm và chống ăn mòn của bê tông.*

Tính năng cơ lý của bê tông phụ thuộc phần lớn vào chất lượng xi măng, các đặc trưng của cốt liệu (sỏi, đá dăm, cốt liệu rỗng,...) cấp phối của bê tông, tỷ lệ nước, xi măng và cách thi công. Vì phụ thuộc nhiều nhân tố nên các tính năng đó không được ổn định cao, tuy vậy tính năng cơ lý của bê tông vẫn có thể đảm bảo thỏa mãn các yêu cầu của thiết kế nếu chọn vật liệu, tính toán cấp phối và thi công theo đúng những qui định của qui trình chế tạo.

Căn cứ vào trọng lượng thể tích, bê tông được chia ra hai loại chủ yếu sau:

- Bê tông nặng: có trọng lượng thể tích từ 1800 đến 2500 kgf/m³.
- Bê tông nhẹ có trọng lượng thể tích từ 800 đến 1800 kgf/m³.

c. Tính năng cơ học của Bê tông:

Cường độ bê tông: Cường độ là đặc trưng cơ học chủ yếu của bê tông. Trong kết cấu BTCT, bê tông chủ yếu chịu nén, cường độ chịu nén có thể xác định tương đối chính xác bằng thí nghiệm, vì vậy cường độ chịu nén được dùng làm chỉ tiêu cơ bản của bê tông, đối với từng loại bê tông, chúng có cường độ chịu nén và chịu kéo khác nhau tùy theo cấp độ bền B của bê tông:

- Bê tông thường: $R_b = 5-30 \text{ MPa}$
- Bê tông cường độ cao: $R_b > 40 \text{ MPa}$
- Bê tông đặc biệt: $R_b \geq 80 \text{ MPa}$. [4]

Một số tính chất vật lý ảnh hưởng đến quá trình ăn mòn của Bê tông:

- Tính thấm của bê tông phụ thuộc vào độ xốp của nó. Kích thước và tính liên tục của các lỗ, mao quản bê tông ảnh hưởng lớn tới độ thấm của các chất khí, chất lỏng hòa tan từ môi trường bên ngoài vào trong bê tông.

- Độ thấm thấu thực tế trong bê tông thường cao hơn nhiều so với lý thuyết vì các vết nứt hình thành trong bê tông, việc hình thành các vết nứt do nhiều nguyên nhân khác nhau như sự co ngót trong quá trình đóng rắn, chịu lực cơ học, chịu va đập cơ học... Đối với kết cấu bê tông trong môi trường biển, độ thấm thấu lớn hơn nhiều so với độ thấm của bê tông do ảnh hưởng thủy triều lên xuống, đồng thời lượng muối tích lũy trong bê tông thường rất cao (vì nước biển thấm thấu vào bê tông khi thủy triều lên và khi thủy triều rút, nước bốc hơi để lại lượng muối trong đó) do đó độ thấm thấu Ion Cl và trong bê tông rất lớn.

1.2.2. Cấp độ bền và mác của bê tông:

a. Mác theo cường độ chịu nén (M):

Theo tiêu chuẩn cũ TCVN: 5574 - 1991, mác bê tông ký hiệu là M là *cường độ trung bình* của mẫu thử khối vuông, cạnh $a=15\text{cm}$, tính bằng kG/cm^2 . Bê tông có các mác sau: M50, 75, 100, 150, 200, ..., M800.

b. Cấp độ bền chịu nén (B):

Theo tiêu chuẩn mới TCVN: 5574 - 2012 quy định phân biệt chất lượng bê tông theo cấp độ bền chịu nén, ký hiệu là B là *cường độ đặc trưng (R_{ch})* của mẫu thử khối vuông, cạnh $a=15\text{cm}$, tính bằng M_{pa} với yêu cầu bảo đảm xác suất không dưới 95%. Bê tông có các cấp độ bền B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35;...; B60 và cường độ chịu kéo tương ứng là:

Bảng 1. Các cường độ tiêu chuẩn của bê tông (trích bảng 12. TCVN: 5574-2012)

C. độ bền	B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Mác BT	M50	M75	M100	M150	M150	M200	M250	M350	M400	M450	M500	M600	M700	M700	M800
C. độ nén	2,7	3,6	5,5	7,5	9,5	11,0	15,0	18,5	22,0	25,5	29,0	32,0	36,0	39,5	43,0
C. độ kéo	0,39	0,55	0,70	0,85	1,00	1,15	1,40	1,60	1,80	1,95	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50

Tương quan giữa cấp độ bền B và mác M của cùng một loại bê tông được thể hiện qua công thức sau:

$$B = \alpha \beta M$$

Với : α - là hệ số đổi đơn vị từ kG/cm^2 sang MPa, có thể lấy $= 0,1$.

β - là hệ số chuyển đổi từ cường độ trung bình sang cường độ đặc trưng.

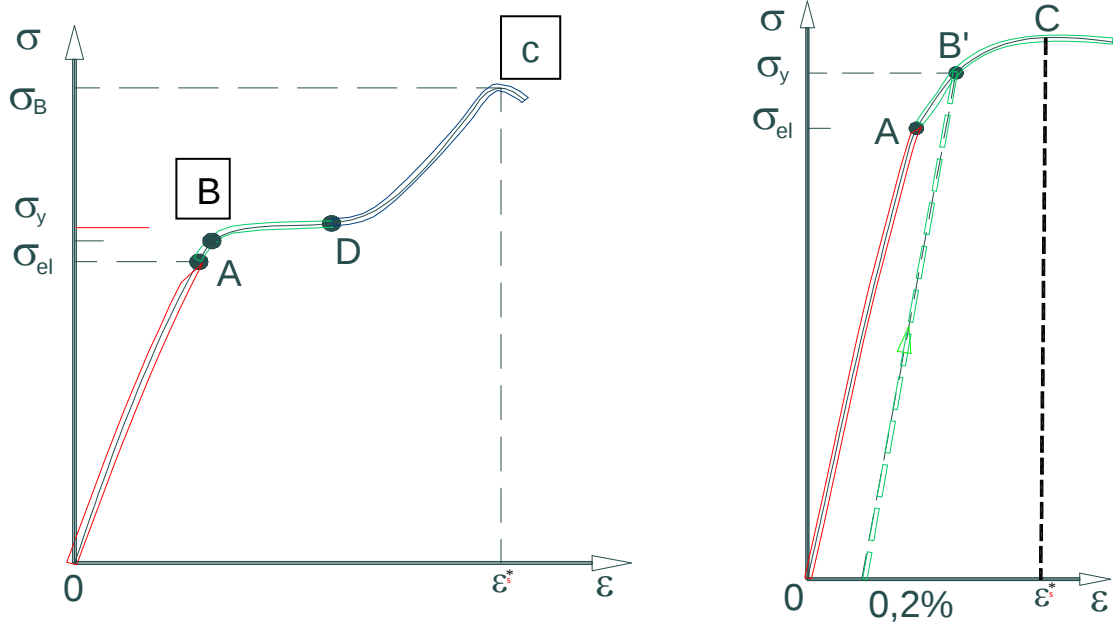
1.2.3 Tính năng cơ lý của cốt thép

Cốt thép là thành phần rất quan trọng của BTCT, nó chủ yếu để chịu lực kéo trong cấu kiện, nhưng cũng có lúc được dùng để tăng khả năng chịu nén. Cốt thép phải đạt được các yêu cầu cơ bản về tính dẻo, về sự cùng chung làm việc với bê tông trong tất cả các giai đoạn chịu lực của kết cấu, và bảo đảm thi công thuận lợi.

a. Giới hạn ứng suất của cốt thép:

Căn cứ vào tính năng cơ học của cốt thép, có thể phân ra hai loại: *cốt thép dẻo* và *cốt thép dòn*. Cốt thép dẻo có thêm chảy rõ ràng trên đồ thị ứng suất biến dạng, còn cốt thép dòn không có giới hạn chảy rõ ràng, nên đối với loại cốt thép

dồn người ta lấy ứng suất tương ứng với biến dạng dư tỉ đối là 0,2% làm giới hạn chảy qui ước.



Hình 1. Đồ thị ứng suất biến dạng của cốt thép

σ_{el} Giới hạn đàn hồi lấy bằng ứng suất ở cuối giai đoạn đàn hồi: Điểm A.

σ_y : Giới hạn chảy lấy bằng giá trị ứng suất ở đầu giai đoạn chảy: Điểm B.

σ_B : Giới hạn bền lấy bằng ứng suất lớn nhất mà mẫu chịu được trước khi bị kéo đứt: Điểm C.

a. Phân loại thép xây dựng:

Thép xây dựng được phân loại như sau (theo tiêu chuẩn TCVN 1651 – 2008 và tiêu chuẩn Nga):

+ Nhóm CI, AI: là thép tròn trơn, có $d = 4 - 10\text{mm}$, là thép cuộn, không hạn chế chiều dài.

+ Nhóm AII, AIII, CII, CIII: là thép có gờ (thép gân), có $d = 12 - 40\text{mm}$, là thép thanh có chiều dài chuẩn là 11,7m.

+ Nhóm AIV, CIV: là thép cường độ cao, ít dùng trong xây dựng. [2]



(a)



(b)



(c)

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Hình 2. Hình ảnh cốt thép

Các loại thép xây dựng:

- a). Thép cuộn.*
- b). Thép thanh vằn có đánh số hiệu.*
- c). Một loại thép vằn khác.*
- d). Bó các thanh thép khi xuất xưởng*



1.2.4. Bê tông và Cốt thép

Bê tông và cốt thép có thể cùng chịu lực là nhờ lực dính giữa bê tông và cốt thép. Lực dính chủ yếu là lực ma sát tạo nên, lực ma sát sinh ra do sự gồ ghề trên bề mặt cốt thép. Do đó nếu dùng cốt thép có gờ (gân) thì lực ma sát tăng gấp 2-3 lần so với dùng cốt trơn.

Sự co ngót của bê tông gây ra ứng lực nén vào bề mặt của cốt thép cũng làm tăng thêm lực dính.

Lực dính giữa bê tông và cốt thép đã tạo cho cốt thép có khả năng cản trở sự co ngót của bê tông. Kết quả là cốt thép bị nén còn bê tông chịu kéo. Khi có nhiều cốt thép, ứng suất kéo trong bê tông tăng lên có thể đạt đến cường độ chịu kéo và làm xuất hiện khe nứt.

Cốt thép cũng cản trở biến dạng từ biến của bê tông, do đó khi có tải trọng tác dụng lâu dài thì giữa bê tông và cốt thép sẽ có sự phân phối lại nội lực. Vì vậy trong tính toán kết cấu BTCT chịu tác dụng của tải trọng dài hạn thì phải xét ảnh hưởng của từ biến.

1.3. MỘT SỐ CÔNG TRÌNH BTCT ĐẶC TRƯNG CHỊU ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG BIỂN ĐÃ VÀ ĐANG XÂY DỰNG TẠI QUẢNG NINH

1.3.1. Công trình dân dụng, công nghiệp

Nhà chờ bến phà Bãi Cháy cũ (nằm sát bờ biển); Sân vận động Hòn Gai (nằm cách bờ biển 50m); Sân vận động Cẩm Phả (nằm cách bờ biển khoảng 350m); Khách sạn Hồng Ngọc - nay là Nhà tập thể Hồng Ngọc (nằm cách bờ biển khoảng 30m); Bưu điện tỉnh Quảng Ninh (nằm cách bờ biển khoảng 50m), khách sạn VinPearl - Hạ Long nằm trên đảo Rều xung quanh là biển, các khách sạn dọc đường Hạ Long, các nhà hàng, khách sạn trên đảo Tuần Châu, trụ sở các

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

cơ quan, nhà nghỉ trên đảo Cô Tô...

1.3.2. Công trình giao thông, hạ tầng kỹ thuật, nông nghiệp và phát triển nông thôn

Cầu Bãi Cháy (nối Hòn Gai và Bãi Cháy bắc qua eo biển Cửa Lục); Cầu Vân Đồn (nối Cẩm Phả và Vân Đồn bắc qua cửa biển Cửa Suốt); Cầu Bang (nối Hạ Long và Hoành Bồ bắc qua cửa sông Vũ Oai); Cảng Cô Tô (nằm trên biển Cô Tô); Cảng Hòn Gai (nằm trên Vịnh Hạ Long); Kè phía biển đường bao biển quanh núi Bài Thơ (nằm sát bờ biển); Hệ thống cống tiêu và kè bảo vệ mái dốc phía biển trên tuyến đê biển Hà Nam - Quảng Yên, Hải Long - Bình Ngọc, Hải Xuân (Móng Cái), Quảng Minh (Hải Hà), Hà Dong (Tiên Yên), Trường Xuân (Cô Tô); Hệ thống bến cập tàu và cầu dẫn tại một số điểm tham quan trên Vịnh Hạ Long (bến cập tàu và cầu dẫn động Thiên Cung, hang Đầu Gỗ, hang Sừng Sốt, đảo Ti Tốp, đảo Soi Sim...); Một số tuyến cống thoát nước thải ở thành phố Hạ Long và thành phố Cẩm Phả thuộc dự án thoát nước vệ sinh môi trường hai thành phố do Chính phủ Đan Mạch tài trợ...

Nhận xét chương I:

- *Bê tông và cốt thép là các loại vật liệu phổ thông và được dùng rất nhiều trong các công trình xây dựng. Khi bê tông và cốt thép kết hợp thành BTCT sẽ cùng chịu lực khi làm việc nhờ lực dính giữa bê tông và cốt thép, Lực dính giữa bê tông và cốt thép tạo cho cốt thép có khả năng cản trở sự co ngót của bê tông, đồng thời cốt thép cũng cản trở biến dạng từ biến của bê tông.*

- *Hầu hết các hạng mục chính của những công trình trên đều sử dụng kết cấu BTCT.*

- *Các công trình trên đều nằm trong vùng ngập nước, vùng nước lên xuống, sát bờ biển hoặc rất gần bờ biển và chịu ảnh hưởng rất lớn từ môi trường nước và không khí biển. Do đó đã và đang bị ăn mòn do bị môi trường biển xâm thực.*

CHƯƠNG II

KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP CHỊU ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG BIỂN

2.1. PHÂN VÙNG XÂM THỰC TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN THEO TCVN 9346-2012

2.1.1. Phân vùng xâm thực trong môi trường biển

Căn cứ vào tính chất và mức độ xâm thực của môi trường biển đối với kết cấu bê tông và BTCT, môi trường biển được phân thành các vùng xâm thực theo vị trí kết cấu như sau:

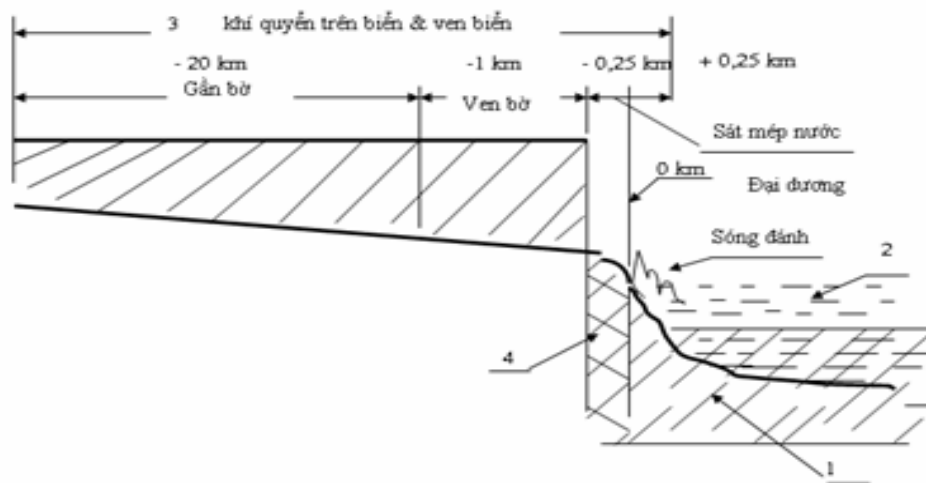
- Vùng ngập nước: vị trí các kết cấu nằm ngập hoàn toàn trong nước biển, nước lợ;
- Vùng nước lên xuống: vị trí các kết cấu nằm giữa mức nước lên cao nhất và xuống thấp nhất của thủy triều, kể cả ở các khu vực bị sóng táp;
- Vùng khí quyển: vị trí các kết cấu nằm trong không khí, chia thành các tiểu vùng;
 - + Khí quyển trên mặt nước biển hoặc nước lợ: vị trí các kết cấu nằm trên mặt nước biển hoặc nước lợ;
 - + Khí quyển trên bờ: vị trí các kết cấu nằm trên bờ trong phạm vi nhỏ hơn hoặc bằng 1 km cách mép nước;
 - + Khí quyển gần bờ: vị trí các kết cấu nằm trên bờ trong phạm vi từ 1 km đến 30 km cách mép nước. [5]

2.1.2. Tùy thuộc vào vị trí kết cấu ở vùng xâm thực nào mà lựa chọn biện pháp bảo vệ chống ăn mòn tương thích. Đối với một kết cấu lớn nằm đồng thời ở nhiều vùng khác nhau cần phân đoạn kết cấu theo từng vùng xâm thực để chọn biện pháp bảo vệ. Đối với kết cấu nhỏ đồng thời nằm ở nhiều vùng khác nhau, chọn vùng có tính xâm thực mạnh hơn để lập biện pháp bảo vệ. Đối với các kết cấu nằm ở vùng cửa sông chịu tác động xâm thực của nước lợ, phải áp dụng các biện pháp bảo vệ tương tự như kết cấu nằm trực tiếp trong và trên mặt nước biển.

Chú thích: Vùng nước lên xuống và sóng tác là vùng có tính xâm thực mạnh nhất đối với bê tông và BTCT. Vùng ngập nước biển chủ yếu gây ăn mòn bê tông. Vùng khí quyển biển chủ yếu gây ăn mòn cốt thép trong bê tông với mức độ yếu dần theo cự ly từ mép nước vào bờ.

2.2. MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA MÔI TRƯỜNG BIỂN VIỆT NAM VÀ VÙNG BIỂN QUẢNG NINH

Vùng biển Việt Nam nằm trải dài trên 3200 km từ 8° đến 24° vĩ bắc. Theo tính chất xâm thực và mức độ tác động lên kết cấu bê tông & BTCT có thể phân môi trường biển Việt Nam thành 4 vùng có ranh giới khá rõ sau đây.



Hình 3. Phân vùng môi trường biển Việt Nam

- + Vùng hoàn toàn ngập trong nước biển;
- + Vùng nước lên xuống (bao gồm cả phần sóng đánh);
- + Vùng khí quyển trên và ven biển, gồm các tiểu vùng: sát mép nước 0 - 0,25km; 0,25 - 1km ven bờ; 1 - 20km gần bờ.
- + Vùng đất nước ngầm bờ biển: cách mép nước từ 0 - 0,25km.
- Tính chất xâm thực của các vùng thể hiện ở các đặc điểm sau:

2.2.1. Vùng ngập nước: Nước biển của các đại dương trên thế giới thường chứa khoảng 3,5% các muối hoà tan: 2,73% NaCl; 0,32% $MgCl_2$; 0,22% $MgSO_4$; 0,13% $CaSO_4$; 0,02% $KHCO_3$ và một lượng nhỏ CO_2 và O_2 hoà tan,

pH > 8,0. Do vậy, nước biển của các đại dương mang tính xâm thực mạnh tới bê tông và BTCT. [6]

Theo một số tài liệu đã công bố, nước biển Việt Nam có thành phần hoá học, độ mặn và tính xâm thực tương đương các đại dương khác trên thế giới, riêng vùng gần bờ có suy giảm chút ít do ảnh hưởng của các con sông chảy ra biển (xem bảng 1 và bảng 2).

Bảng 2. Thành phần hóa của nước biển Việt nam và trên thế giới

Chỉ tiêu	Đơn vị	Vùng biển Hòn Gai	Vùng biển Hải Phòng	Biển Bắc Mỹ	Biển Bantíc
pH	-	7,8 - 8,4	7,5 - 8,3	7,5	8,0
Cl ⁻	g/l	6,5 - 18,0	9,0 - 18,0	18,0	19,0
Na ⁺	g/l	-	-	12,0	10,5
SO ₄ ²⁻	g/l	1,4 - 2,5	0,002 - 2,2	2,6	2,6
Mg ²⁺	g/l	0,2 - 1,2	0,002 - 1,1	1,4	1,3

Bảng 3. Độ mặn nước biển tầng mặt trong vùng biển Việt nam

Trạm	Tháng						Trung bình năm (%)
	Mùa đông			Mùa hè			
	XII	I	II	VI	VII	VIII	
Cửa Ông	29,2	30,0	30,4	25,3	23,4	21,3	26,6
Hòn Gai	30,8	31,5	31,6	31,2	30,8	29,3	30,9
Hòn Dấu	26,3	28,1	28,1	17,1	11,9	10,9	21,2
Văn Lý	25,9	18,3	29,5	25,4	20,1	19,0	24,4
Cửa Tùng	22,8	27,2	29,3	31,8	31,3	31,7	17,4
Sơn Trà	8,7	17,6	22,8	-	21,2	26,9	-
Vũng Tàu	30,4	33,1	34,7	29,8	29,8	27,6	30,1
Bạch Long Vĩ	32,7	33,3	33,6	33,5	32,6	32,0	33,0
Trường Sa	32,9	33,1	33,0	33,4	33,0	32,8	33,1

2.2.2. Vùng khí quyển trên biển và ven biển: Khí quyển trên biển và ven biển thường chứa nồng độ cao các chất xâm thực cùng các điều kiện khô ướt thay đổi do mưa và gió mùa. Theo một số tài liệu ảnh hưởng của khí quyển trên biển và ven biển lên kết cấu BTCT chủ yếu thể hiện qua tính chất xâm thực của ion Cl⁻ có trong không khí và điều kiện nóng ẩm mang tính đặc thù của khí hậu ven biển Việt Nam.

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Các đặc điểm chung của khí hậu ven biển Việt Nam

* Bức xạ mặt trời: Việt Nam nằm trong vành đai nội chí tuyến nên bức xạ mặt trời nhận được trên vùng ven biển khá lớn từ 100 ,150 kcal/cm². Lượng nhiệt bức xạ tăng dần từ Bắc vào Nam và đạt cao nhất ở cực Nam Trung bộ. Với lượng bức xạ cao như vậy đã thúc đẩy quá trình bốc hơi nước biển đem theo ion Cl⁻ vào trong khí quyển.

* Nhiệt độ không khí:

Vùng biển nước ta có nhiệt độ không khí tương đối cao, trung bình từ 22,5 - 22,7°C, tăng dần từ Bắc vào Nam. Miền Bắc có 2 - 3 tháng mùa đông, nhiệt độ dưới 20°C. Miền Nam nhiệt độ cao đều quanh năm, biên độ dao động 3-7°C.

* Độ ẩm không khí:

Độ ẩm tương đối của không khí ở mức cao so với các vùng biển khác trên thế giới, dao động trung bình từ 75 - 80%. Cụ thể:

- Vùng ven biển Bắc bộ và Bắc Trung bộ : 83,86%;
- Vùng ven biển Trung và Nam Trung bộ: 75,82%;
- Vùng ven biển Nam bộ: 80,84%.

Với độ ẩm tương đối cao như vậy, môi trường không khí trên biển và ven biển Việt Nam có ảnh hưởng mạnh tới quá trình ăn mòn thép trong BTCT.

* Thời gian ẩm ướt bề mặt:

Đây là đặc điểm riêng của khí hậu ven biển Việt Nam có ảnh hưởng rất lớn tới quá trình ăn mòn thép trong BTCT. Theo tài liệu, tổng thời gian ẩm ướt bề mặt kết cấu ở một số địa phương vùng ven biển Việt Nam được xác định theo công thức:

$$T_{\text{ướt}} = T_{\text{mưa}} + T_{\text{sương mù}} + T_{\text{nồm}} + T_{\text{kéo dài ẩm}}$$

Trong đó:

$T_{\text{ướt}}$: Tổng thời gian ẩm ướt bề mặt, h

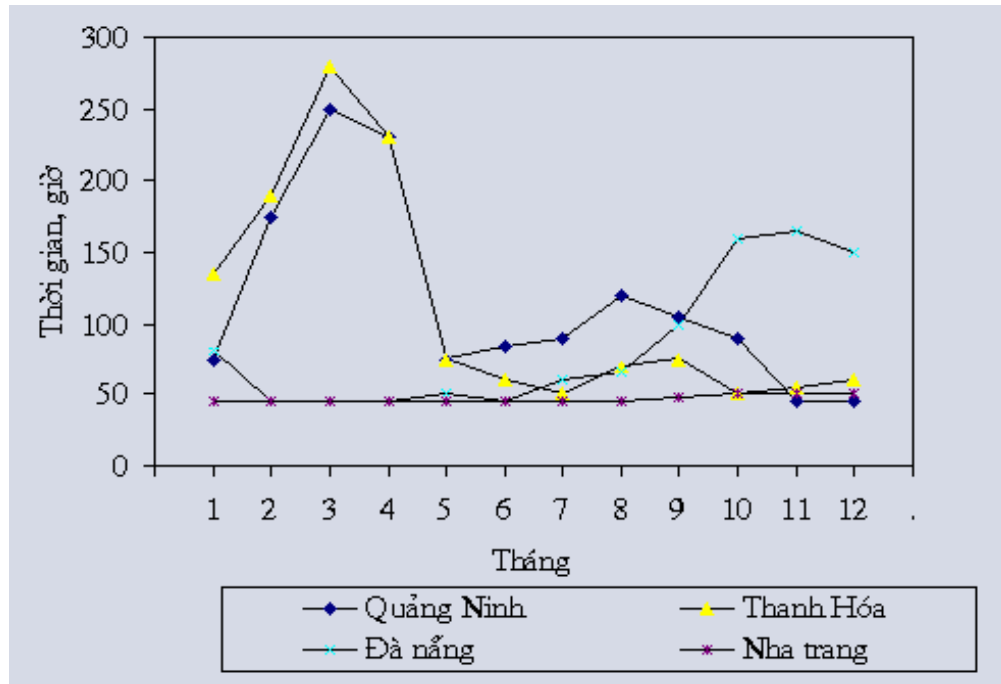
$T_{\text{mưa}}$: Thời gian mưa, h

$T_{\text{sương mù}}$: Thời gian sương mù, h

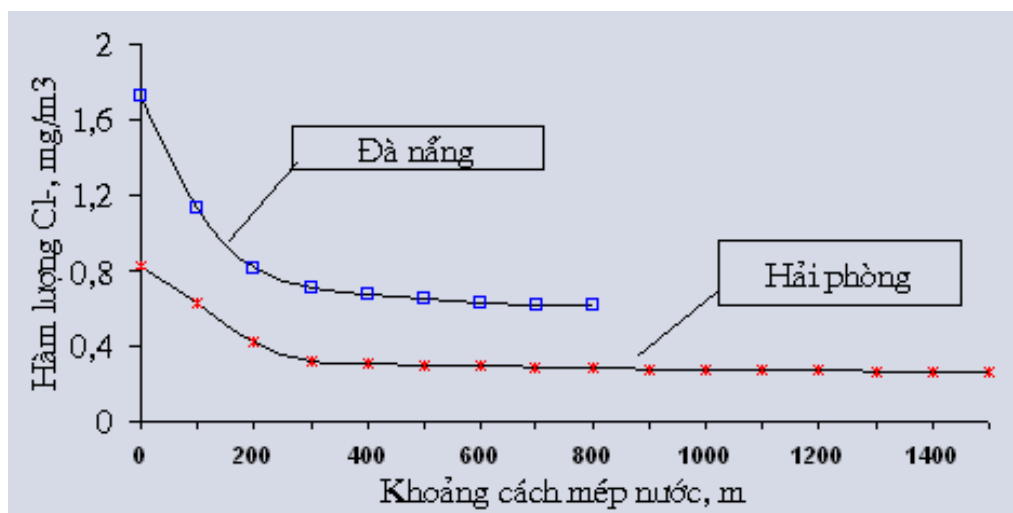
$T_{\text{nồm}}$: Thời gian nồm, h

$T_{\text{kéo dài ẩm}}$: Thời gian kéo dài ẩm tính từ sau khi mưa hoặc sương mù cho đến khi màng nước còn đọng lại bay hơi hoàn toàn, h.

Thời gian gây ướt bề mặt kết cấu ở vùng ven biển các tỉnh Miền Bắc tập trung vào mùa xuân (mưa dầm nhiều), còn các tỉnh Miền Nam tập trung vào các tháng mưa mùa hạ (mùa mưa) và chỉ bằng khoảng 50% so với Miền Bắc.



Hình 4. Tổng thời gian ướt bề mặt kết cấu công trình vùng ven biển Việt Nam



Hình 5. Phân bố nồng độ ion Cl^- trong không khí theo cự ly cách mép nước

- Tốc độ gió: Vận tốc gió trung bình ở vùng biển là không lớn nhưng hàng năm thường có các đợt gió lớn như bão, lốc, gió mùa Đông Bắc, gió mùa Tây

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Nam. Tốc độ cực đại có thể đạt tới 140 km/h. Hướng gió thịnh hành là Đông Bắc, Đông Nam và Tây Nam.

- Các hướng gió này đều thổi từ biển vào mang theo các chất xâm thực và có thể gây ảnh hưởng sâu vào trong đất liền tới trên 20 - 30 km. [5]

- Hàm lượng ion Cl^- trong không khí: Theo tài liệu [1], hàm lượng muối phân tán trong không khí sát mép nước tại các Trạm đo ở các tỉnh Miền Bắc dao động từ 0,4 - 1,3 mgCl^-/m^3 . ở miền Nam, giá trị này là 1,3 - 2,0 mgCl^-/m^3 . Nồng độ ion Cl^- giảm mạnh ở cự ly 200 - 250 m tính từ mép nước biển, sau đó tiếp tục giảm dần khi đi sâu vào trong đất liền, hình 3. Theo các số liệu khảo sát về ảnh hưởng của khí quyển ven biển tới quá trình ăn mòn thép và BTCT, có thể thấy rằng:

- + Vùng ven biển Miền Bắc ảnh hưởng của khí quyển biển vào sâu trong đất liền trung bình 20 km, có thể tới trên 30 km .

- + Vùng ven biển Miền Nam ảnh hưởng của khí quyển biển trung bình 20 km, có thể còn sâu hơn, tới 50 km.

Do ảnh hưởng như vậy, bê tông ở vùng khí quyển trên biển và ven biển chịu mức xâm thực nhẹ, trung bình, BTCT chịu mức xâm thực trung bình, mạnh. Tại vùng 0 - 0,25 km các kết cấu BTCT trực diện với gió biển có thể bị xâm thực rất mạnh.

2.2.3. Vùng nước lên xuống và sóng đánh: Phần trên đã phân tích kỹ tính chất xâm thực của môi trường nước biển, khí quyển trên biển và ven biển. Trong vùng nước lên xuống và sóng đánh tính chất xâm thực của môi trường được tăng cường thêm bởi các yếu tố sau:

- Quá trình khô ướt xảy ra thường xuyên và liên tục theo thời gian, tác động từ ngày này qua ngày khác lên bề mặt kết cấu đã làm tăng nhanh mức tích tụ ion Cl^- , H_2O và O_2 từ nước biển và không khí vào trong bê tông thông qua quá trình khuếch tán nồng độ và lực hút mao quản.

- Ngoài các quá trình ăn mòn hóa học và điện hóa, trên bề mặt các kết cấu còn xảy ra ăn mòn sinh vật gây nên bởi các loại hà và sò biển, bị bào mòn cơ học do sóng biển nhất là vào những ngày dông bão và mùa gió lớn.

Do đặc điểm như vậy nên vùng nước lên xuống và sóng đánh được xem là vùng xâm thực rất mạnh đối với BTCT, xâm thực mạnh đối với bê tông.

- Căn cứ vào cách phân loại môi trường xâm thực đã đề cập trong TCVN 3994: 1985 và một số tiêu chuẩn nước ngoài liên quan hiện hành, có thể phân

loại mức độ tác động của môi trường biển đến kết cấu bê tông & BTCT như trong bảng 3

Bảng 4. Phân loại mức độ xâm thực của môi trường biển đối với kết cấu bê tông và BTCT

STT	Môi trường	Mức độ tác động ăn mòn của môi trường đối với kết cấu	
		Bê tông	BTCT
1	Vùng ngập nước biển	Mạnh	Mạnh
2	Vùng nước lên xuống và sóng đánh	mạnh	Rất mạnh
3	Vùng khí quyển trên biển 0 - 0,25 km sát mép nước	Trung bình	Mạnh (a)
4	Vùng khí quyển ven bờ (cách mép nước 0,25 - 1 km)	Nhẹ	Mạnh
5	Vùng khí quyển gần bờ (cách mép nước 1 - 20 km)	-	Trung bình (b)

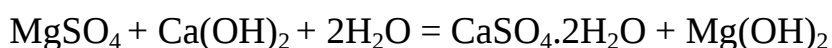
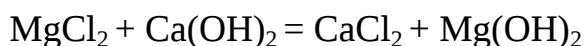
Ghi chú: (a): Trục diện mưa và gió biển - rất mạnh; (b): Trục diện mưa và gió biển - mạnh. [6]

Vùng biển Quảng Ninh nằm trong vùng chịu tác động theo tính chất của vùng ven biển các tỉnh Miền Bắc.

2.3. MỘT SỐ PHẢN ỨNG HÓA HỌC CHỦ YẾU CỦA BÊ TÔNG VỚI CÁC HÓA CHẤT TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN

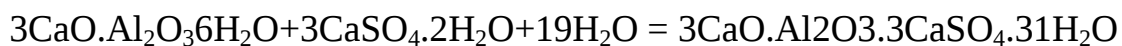
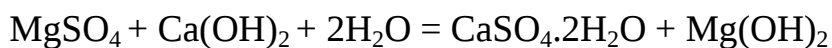
Theo các phân tích ở trên, từ tính chất hóa học của bê tông và môi trường biển, ta nhận thấy bản chất của các phản ứng hóa học giữa bê tông với môi trường biển là sự tương tác giữa các muối hoặc axit trong môi trường biển với các sản phẩm thủy hóa của xi măng trong bê tông.

- Trong nước biển có hàm lượng khá lớn muối hòa tan clorua manhê $MgCl_2$ (0,32%), sunfat manhê $MgSO_4$ (0,22%)... Khi chúng tương tác với hydroxit canxi trong đá xi măng, phản ứng như sau:



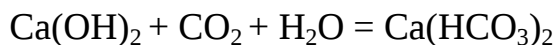
+ Các sản phẩm này: $CaCl_2$ là chất dễ hòa tan, $Mg(OH)_2$ là chất vô định hình, không dính kết, $CaSO_4.2H_2O$ làm trương nở thể tích. Tất cả các chất này đều gây phá vỡ cấu trúc và ăn mòn bê tông.

- Quá trình ăn mòn sunfat (tạo ra muối Ettringit), thường diễn ra như sau:



+ Muối Ettringit có khả năng làm trương nở thể tích tới 4,8 lần so với tổng thể tích các chất sinh ra nó làm phá vỡ cấu trúc bê tông.

- Trong môi trường không khí nói chung và môi trường biển nói riêng, bê tông bị cabonnat hóa bởi tác dụng của khí CO₂:



+ Quá trình này đã làm giảm độ pH, khi độ pH giảm xuống dưới 11,5 bắt đầu làm phá vỡ lớp ôxit sắt (Fe₂O₃) - lớp màng bảo vệ thụ động sẽ gây ăn mòn cốt thép. Quá trình cabonnat hóa theo thời gian đã dịch chuyển từ ngoài vào sâu trong cấu trúc của bê tông và làm giảm độ pH trong môi trường bê tông tạo ra sự phân lớp giữa phần bê tông bị cabonnat hóa và phần bê tông còn lại (bê tông bị tách lớp). [7]

2.4. CƠ CHẾ GÂY ĂN MÒN CỦA MÔI TRƯỜNG BIỂN, NGUYÊN NHÂN VÀ HIỆN TRẠNG GÂY ĂN MÒN VÀ PHÁ HỦY CÁC KẾT CẤU BTCT TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN

2.4.1. Cơ chế gây ăn mòn của môi trường biển

Bê tông xi măng sau khi đã cứng rắn bao gồm hai thành phần: Đá xi măng và bộ khung cốt liệu. Hai thành phần này liên kết với nhau tạo thành một khối vững chắc và có khả năng chịu lực. Khi bê tông sử dụng trong môi trường có tác động xâm thực, nếu không có các biện pháp bảo vệ nó sẽ bị ăn mòn, bắt đầu từ đá xi măng vì nó dễ bị ăn mòn hơn cốt liệu. Khi đá xi măng bị ăn mòn thì liên kết giữa đá xi măng với cốt liệu cũng bị phá hoại và cuối cùng bê tông bị phá hủy. Bê tông có thể bị ăn mòn hóa học ở cả ba môi trường sử dụng là: rắn, lỏng và khí. Nguyên nhân chính của hiện tượng này là sự thay đổi về mặt hóa học trong thành phần của đá xi măng dưới tác động của các hợp chất hóa học có trong môi trường.

Trong môi trường biển bê tông bị ăn mòn trong hai môi trường lỏng và khí bởi các hợp chất hóa học có trong nước biển và khí hậu biển. Trong thành phần của đá xi măng có các sản phẩm thủy hóa như Ca(OH)₂ và C₃AH₆ dễ hòa tan, khi chúng hòa tan trong nước, làm cho cấu trúc bê tông bị rỗng, do đó cường độ bê tông giảm đi và có thể bị phá hủy. Mặt khác, chúng có tính hoạt

động hóa học mạnh, dễ tương tác với các hợp chất hóa học ở dạng muối, axit hòa tan trong nước biển tạo thành các sản phẩm mới (như đã nêu ở mục trên) dễ hòa tan trong nước hơn hoặc trương nở thể tích nhiều lần, gây nội ứng suất phá hoại kết cấu bê tông, hoặc tạo thành các chất vô định hình, rời rạc, koong có tính chất kết dính. Khi bê tông bị rỗng, sự thẩm thấu của nước, hơi nước tăng lên, dẫn đến sự xâm nhập của các tác nhân ăn mòn, có điều kiện tiếp xúc và tương tác với các sản phẩm thủy hóa của xi măng. Các sản phẩm thủy hóa càng dễ bị ăn mòn thì tốc độ ăn mòn bê tông càng mạnh hơn. Khi bê tông bị rỗng cũng tạo điều kiện để các tác nhân ăn mòn cốt thép trong bê tông phát triển [8]. Cốt thép trong bê tông chủ yếu do hai nguyên nhân là: Suy giảm độ pH của nước chiết bê tông từ quá trình cacbonnat hóa bê tông; Tác động của các ion xâm thực (Cl^- , SO_4^{2-}), các nguyên nhân có thể xảy ra riêng rẽ hoặc phối hợp cả hai. Ngoài ra ô xy và nước cũng là hai tác nhân trực tiếp tham gia phản ứng catôt và là điều kiện luôn thúc đẩy quá trình ăn mòn cốt thép. Khi cốt thép bị ăn mòn dẫn đến triệt tiêu sự làm việc đồng thời giữa bê tông và cốt thép, gây nứt vỡ bê tông và giảm tiết diện chịu lực của cốt thép.[7]

2.4.2. Nguyên nhân do tác động xâm thực của môi trường biển

Từ các nguồn tài liệu đã được công bố ta có thể khẳng định môi trường biển Việt Nam có tác động xâm thực mạnh và rất mạnh dẫn tới ăn mòn và phá huỷ các công trình bê tông và BTCT. Mức độ xâm thực phụ thuộc vào vị trí và điều kiện làm việc cụ thể của từng kết cấu trong công trình. So với các nước khác, môi trường biển Việt Nam có đặc thù khí hậu nóng ẩm, mưa nhiều tạo ra sự ăn mòn mạnh hơn đối với kết cấu BTCT.

Các tác động ảnh hưởng của môi trường biển tới độ bền công trình bê tông và BTCT chủ yếu do các nguyên nhân liên quan đến các tính chất hóa học của bê tông, cụ thể như sau:

- Quá trình thẩm ion Cl^- vào bê tông gây ra hiện tượng ăn mòn và phá huỷ cốt thép;
- Quá trình thẩm ion SO_4^{2-} vào bê tông, tương tác với các sản phẩm thủy hoá của đá xi măng tạo ra khoáng ettringit trương nở thể tích gây phá huỷ kết cấu (ăn mòn sunfat);

- Quá trình cacbonat hoá làm giảm độ pH bê tông theo thời gian làm phá vỡ màng thụ động bảo vệ cốt thép, góp phần đẩy nhanh quá trình ăn mòn cốt thép làm phá huỷ kết cấu;

- Quá trình khuếch tán oxy và hơi ẩm và clo vào trong bê tông trong điều kiện môi trường nhiệt độ không khí cao là các điều kiện làm cho quá trình ăn mòn cốt thép xảy ra rất mạnh;

Ngoài ra còn có các hiện tượng xâm thực khác, như: ăn mòn rửa trôi, ăn mòn vi sinh do các loại hà, sò biển gây ra, ăn mòn cơ học do sóng biển.



Hình 6. Xâm thực BTCT do tác động tổng hợp của mực nước thay đổi, ăn mòn cốt thép, ăn mòn bê tông trong môi trường nước biển



Hình 7. Ăn mòn cốt thép, ăn mòn bê tông trong môi trường nước biển do tính chất hóa học của bê tông

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng



Hình 8. Bê tông bị ăn mòn cơ học do sóng biển



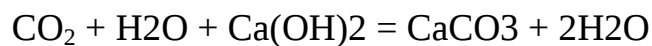
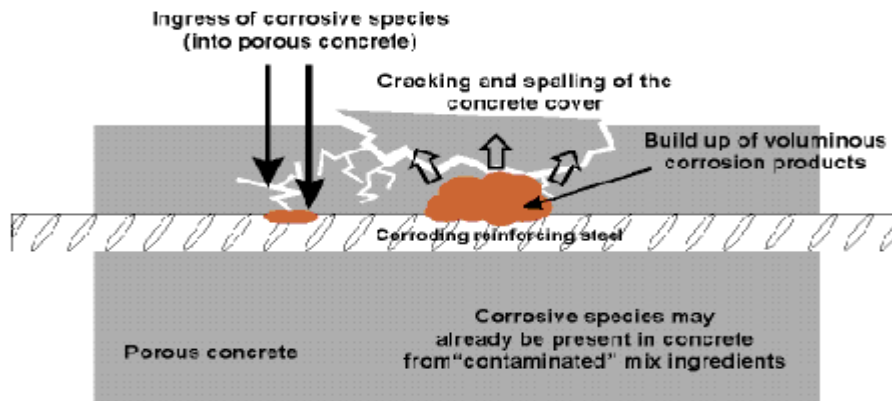
Hình 9. Ăn mòn cốt thép, bê tông do vi sinh biển (các loại hà, sò...) gây ra

Trong các nguyên nhân kể trên, có hai nguyên nhân chính phá vỡ sự tự bảo vệ của kết cấu BTCT và được xem như là tác nhân chính dẫn đến ăn mòn của cốt thép trong bê tông do môi trường biển, đó là hiện tượng cacbonat hoá và sự xâm nhập của ion clorua:

*** Quá trình Carbonat hoá trong BTCT (carbonation):**

Sự tập trung hàm lượng dung dịch Canxi hydroxit hoà tan ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) trong các lỗ hổng của kết cấu bê tông là kết quả của quá trình thủy hoá xi măng giúp giữ độ pH ở ngưỡng an toàn 12-13. Như đã nói, trong môi trường kiềm, cốt thép hoàn toàn được bảo vệ khỏi các tác nhân ăn mòn nhờ vào lớp màng mỏng trên bề mặt (dày từ 2-20 nanomet). Tuy nhiên, quá trình carbonat

hoá với sự hiện diện của CO₂, nước và Ca(OH)₂ tạo nên canxi carbonat và trung hoà môi trường kiềm trong bê tông theo phản ứng dưới đây:



Hình 10. Quá trình carbonat hoá với sự hiện diện của CO₂, nước và Ca(OH)₂ tạo nên canxi carbonat và trung hoà môi trường kiềm trong bê tông

Sau quá trình trung hoà, khi độ pH trong bê tông giảm xuống dưới mức 9, cơ chế "tự bảo vệ thụ động" của BTCT không còn tồn tại và cốt thép bắt đầu bị ăn mòn.



Hình 11. Quá trình phát triển của vết nứt dẫn tới phá vỡ hoàn toàn sự kết dính giữa bê tông và cốt thép

Quá trình ăn mòn bắt đầu khi gỉ thép xuất hiện và phát triển trên bề mặt cốt thép và gây nứt tại những vị trí tiếp giáp với bê tông. Sự phát triển của vết nứt phát triển dần dưới sự tấn công của các tác nhân ăn mòn cho đến khi phá vỡ hoàn toàn sự kết dính giữa bê tông và cốt thép (spalling) như hình minh họa trên. Tốc độ của quá trình carbonat hoá phụ thuộc vào tác động của các tác nhân từ môi trường như độ ẩm không khí, nhiệt độ, hàm lượng CO₂ và tính chất cơ lý của bê tông như độ kiềm và độ thấm thấu. Điều kiện lý tưởng thúc đẩy quá trình carbonat hoá hoạt động mạnh là khi độ ẩm không khí ở mức 60-75%. Hơn nữa, tốc độ quá trình carbonat hoá tăng dần khi hàm lượng CO₂ trong không khí và nhiệt độ tăng dần. Mặt khác, hàm lượng xi măng là một yếu tố quan trọng để

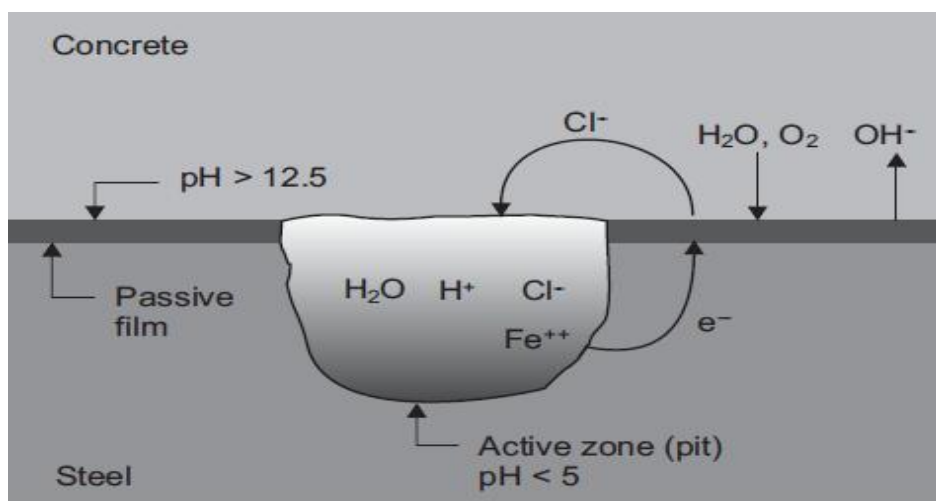
Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

tăng độ kiềm và làm chậm quá trình carbonat hoá. Ngoài ra, bề dày lớp bê tông bảo vệ cũng đóng vai trò quan trọng làm giảm quá trình ăn mòn. Carbonat hoá là một quá trình chậm, đặc biệt khi nhiệt độ môi trường ở mức bình thường. Tốc độ của quá trình này có thể đo đạc được và ngăn chặn. Tuy nhiên, nó lại là vấn đề nghiêm trọng đối với những công trình có tuổi thọ cao (≥ 30 năm).

*** Sự xâm nhập của ion clorua:** Clorua có thể tồn tại trong hỗn hợp bê tông thông qua nhiều cách. Clorua có thể được đúc vào kết cấu thông qua phụ gia CaCl_2 (đã ngừng sử dụng), hoặc các ion clorua có thể tồn tại trong hỗn hợp cát, cốt liệu, nước, một cách vô tình hay cố ý. Tuy nhiên, nguyên nhân chính của hiện tượng ăn mòn do clorua trong hầu hết các công trình là do sự khuếch tán của ion clorua từ môi trường như: Kết cấu tiếp xúc trực tiếp với môi trường biển có nhiều muối; Việc sử dụng muối làm tan băng hoặc các hợp chất hoá học có clorua.

Tương tự quá trình carbonat hoá, quá trình xâm nhập của clorua không trực tiếp ăn mòn cốt thép, ngoại trừ chúng phá vỡ lớp màng bảo vệ trên bề mặt cốt thép và thúc đẩy quá trình ăn mòn phát triển. Nói cách khác, clorua đóng vai trò như một chất xúc tác cho quá trình ăn mòn BTCT. Tuy nhiên, cơ chế ăn mòn do ion clorua khác quá trình carbonat hoá ở chỗ ion clorua xâm nhập qua lớp bê tông bảo vệ và tấn công cốt thép ngay cả khi độ pH trong hỗn hợp vẫn ở mức cao (12-13).



Hình 12. Ăn mòn cục bộ do sự tập trung của ion Cl^- trên bề mặt cốt thép trong BTCT

Có bốn cơ chế xâm nhập của ion clorua qua lớp bảo vệ bê tông, gồm:

- Sức hút mao dẫn;
- Sự thẩm thấu do tập trung hàm lượng ion clorua cao trên bề mặt BTCT;
- Thẩm thấu dưới áp căng bề mặt;
- Sự dịch chuyển do chênh lệch điện thế.

*** Môi quan hệ tương hỗ giữa quá trình cacbonat hoá và sự xâm nhập của ion clorua:** Trong thực tế, kết cấu BTCT thường xuyên làm việc dưới tác động hỗn hợp của cả hai cơ chế trên. Clorua aluminat ($AlCl_4$), được tạo ra từ phản ứng giữa ion clorua và xi măng có tác dụng làm giảm lượng clorua, qua đó làm chậm quá trình ăn mòn. Tuy nhiên, khi quá trình cacbonat hoá làm giảm độ pH trong bê tông, $AlCl_4$ sẽ bị phá vỡ. Kết quả là những kết cấu chịu sự tác động của cả hai cơ chế trên đồng thời sẽ nhạy cảm hơn nhiều với ăn mòn và khó để kiểm soát hơn. [9]

2.4.3. Nguyên nhân do thiết kế, thi công, quản lý sử dụng công trình

Ngoài tác động xâm thực của môi trường biển, độ bền (tuổi thọ) kết cấu công trình BTCT trong môi trường biển còn phụ thuộc rất lớn vào việc thiết kế, thi công, giám sát chất lượng và quản lý sử dụng công trình. Vấn đề này liên quan đến trình độ khoa học - công nghệ xây dựng của nước ta, cũng như ý thức trách nhiệm của những người làm công tác tư vấn, thẩm định, phê duyệt. Vì vậy để nâng cao độ bền công trình BTCT trong môi trường biển Việt Nam cần đi sâu xem xét và nhìn nhận các nguyên nhân đã dẫn đến ăn mòn và phá huỷ kết cấu thể hiện rõ trên các mặt sau đây.

a. Về thiết kế

- Chưa chọn lựa được vật liệu đảm bảo yêu cầu về chống ăn mòn, đảm bảo độ bền lâu dài cho công trình trong môi trường biển Việt Nam:

- Về kiến trúc: Mặt ngoài công trình thiết kế chưa được phù hợp theo các đặc điểm của môi trường vùng biển, tất cả các kết cấu nằm ở các vị trí chịu ảnh hưởng xâm thực mạnh của môi trường chưa được tăng cường các biện pháp bảo vệ chống ăn mòn. Nhiều khi vẫn sử dụng theo tiêu chuẩn, lấy phom mẫu các công trình nằm sâu trong nội địa.

- Tuy hiện nay đã có tiêu chuẩn về yêu cầu chống ăn mòn cho các kết cấu bê tông, BTCT, nhưng thực tế chỉ có các công trình giao thông, hạ tầng kỹ thuật,

nông nghiệp và phát triển nông thôn là tuân thủ tương đối chặt chẽ, còn các công trình dân dụng và công nghiệp vẫn hầu như chưa thực hiện. Như độ dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép còn mỏng (sàn: 1,5 - 2cm); chỉ định cường độ bê tông còn thấp (chủ yếu M200), trong khi tiêu chuẩn TCVN 9364:2012 quy định với các kết cấu trong nhà của các công trình trong vùng khí quyển trên bờ ở phạm vi 1 - 3km độ dày lớp bê tông bảo vệ phải $\geq 2,5\text{cm}$, mác bê tông $\geq 25\text{ Mpa}$ (M250)...

b. Về Thi công:

- Chất lượng thi công xây dựng công trình chưa cao, nhiều công đoạn còn làm thủ công nên khó đảm bảo chất lượng xây lắp. Lớp bê tông bảo vệ của nhiều kết cấu thi công chưa đảm bảo, nhiều chỗ mỏng hơn 10 mm, nên không thể đảm bảo khả năng chống ăn mòn cho kết cấu trong thời gian 50 - 60 năm.

- Công tác giám sát thi công, quản lý chất lượng và nghiệm thu công trình chưa được duy trì chặt chẽ, thường xuyên, nghiêm túc. Thậm chí có một số công trình đã sử dụng cát biển và nước biển để chế tạo bê tông nên chỉ sau 5, 7 năm công trình đã hư hỏng, xuống cấp trầm trọng.

c. Về Quản lý sử dụng:

- Chưa có các qui định pháp lý cụ thể về kiểm tra định kỳ công trình, quy trình, biện pháp bảo trì nhằm phát hiện các nguyên nhân và mầm mống gây hư hỏng kết cấu công trình để sớm có biện pháp duy tu sửa chữa kịp thời. Bị thay đổi công năng trong quá trình sử dụng.

- Chưa áp dụng các biện pháp công nghệ bảo trì và khắc phục hư hỏng cục bộ do ăn mòn cho các công trình đã xây dựng. Một phần do kinh phí bảo trì một số công trình còn hạn hẹp, một phần do chưa cập nhật kịp thời công nghệ mới vào các định mức, đơn giá, tiêu chuẩn kỹ thuật nên khó khăn cho việc thẩm định, phê duyệt và một phần do chủ quan của người có trách nhiệm sử dụng, quản lý công trình.

2.4.4. Hiện trạng ăn mòn và phá hủy các công trình BTCT trong môi trường biển nước ta

Hiện nay ở Việt Nam theo một số tài liệu khảo sát, nghiên cứu công bố hầu hết các kết cấu BTCT ngập trong nước biển một thời gian trên bề mặt bê tông có thể xuất hiện các vết rạn nứt dạng chân chim do ăn mòn sunfat gây nên, ngoài ra bê tông còn bị ăn mòn rửa trôi và ăn mòn vi sinh vật do hà, sò biển bám vào.

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

a. Ở vùng ngập nước

Kết quả điều tra, khảo sát ở vùng ngập nước cho thấy: Dạng phá huỷ chính kết cấu bê tông & BTCT là ăn mòn sunfat bê tông, gây ra bởi ion SO_4^{2-} có trong nước biển, tạo ra khoáng ettringit trương nở thể tích làm nứt vỡ bê tông. Các vết nứt thường có dạng lưới được hình thành sau khoảng 20, 30 năm.

b. Ở vùng nước thủy triều lên xuống (bao gồm cả phần sóng đánh)

Ở vùng này hiện tượng ăn mòn và phá huỷ kết cấu *mang tính toàn diện*, thể hiện ở chỗ: Hầu hết các kết cấu sau khoảng 10, 15 năm làm việc trong môi trường này đều thấy xuất hiện các vết nứt có bề rộng 1- 20 mm, chạy dài dọc theo các thanh cốt thép bị gỉ nặng do ăn mòn. Nhiều chỗ lớp gỉ quá dày làm bong tách hẳn lớp bê tông bảo vệ, cốt thép lộ ra ngoài và bị gỉ rất nặng. Ngoài ra bê tông còn bị sóng biển bào mòn và rửa lỗ chỗ bề mặt do ăn mòn rửa trôi.

c. Ở vùng khí quyển trên biển và vùng ven biển

Hiện tượng ăn mòn và phá huỷ kết cấu *mang tính cục bộ*, thường xảy ra mạnh đối với kết cấu nằm ở vị trí hứng chịu mưa gió và khô ẩm thường xuyên như khu phụ, ban công, cầu thang, dầm, cột v.v...phía mặt ngoài công trình. Đối với các kết cấu nằm ở vị trí khô ráo, không bị ẩm ướt thường ít bị hư hỏng do ăn mòn hơn.

Hiện tượng ăn mòn và phá huỷ phổ biến là: Sau khoảng 15 - 25 năm sử dụng, trên bề mặt lớp bê tông bảo vệ thường xuất hiện các vết nứt bề rộng trung bình 5 - 15 mm chạy dọc theo các thanh cốt thép. Với kết cấu dạng bản, sàn thường bị bong tách từng mảng lớn lớp bê tông bảo vệ, cốt thép lộ ra ngoài và bị gỉ rất nặng và phát triển rất nhanh. [6]

Nhận xét chương II:

- *Môi trường biển Việt Nam với nồng độ cao các hợp chất hóa học ăn mòn kết cấu BTCT, độ mặn nước biển, độ ẩm tương đối của không khí, cùng với điều kiện khô ướt kéo dài do khí hậu nhiệt đới gió mùa, mưa nhiều và nóng ẩm là các tác nhân chính gây ăn mòn kết cấu bê tông và cốt thép*

- *Trong các đặc điểm, nguyên nhân nêu trên, do biển Quảng Ninh về cơ bản mang đặc điểm của biển miền Bắc nên các công trình, kết cấu BTCT xây dựng ở Quảng Ninh bị ảnh hưởng phổ biến và nguy hại nhiều nhất chủ yếu là do nồng độ Cl^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} khá cao; độ mặn nước biển khá lớn; độ ẩm tương đối*

của không khí tương đối cao, thời gian ẩm ướt bề mặt kéo dài, nhiệt độ thay đổi lớn. Ven biển Quảng Ninh không có nhiều cửa sông lớn chảy ra biển để trung hòa bớt thành phần hóa học, độ mặn của nước biển, nên cùng với hướng gió chủ đạo là Đông Bắc và Đông Nam đều từ biển thổi vào với tốc độ gió khá lớn làm cho sự ảnh hưởng của khí quyển biển vào khá sâu trong đất liền. Điển hình như một số công trình: Sân vận động Hòn Gai (xây 1970) bị xâm thực ăn mòn bởi Cl⁻; Nhà làm việc Xi nghiệp gỗ Hòn Gai (xây năm 1977) hệ thống dầm, sàn, ban công bị gỉ kết cấu hư hỏng do cốt thép bị ăn mòn; Nhà trẻ Công ty Cơ khí trung tâm Cẩm Phả (xây năm 1977) bị vỡ lớp bê tông bảo vệ, gỉ sét cột, dầm cầu thang do cốt thép bị ăn mòn... [7]

CHƯƠNG III

KHẢO SÁT MỘT SỐ KẾT CẤU BTCT TRONG NHÀ VÀ CÔNG TRÌNH ĐÃ VÀ ĐANG CHỊU ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG BIỂN QUẢNG NINH

3.1. PHƯƠNG PHÁP KHẢO SÁT BẰNG THỰC NGHIỆM KẾT CẤU BTCT

3.1.1. 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...

3.1.2. Khảo sát hiện trạng kết cấu

a. 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, vòng, gãy khúc, nứt, bong rộp...

b. 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.

c. 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 vết dạn nứt, vị trí, khu vực phân bố trên bề mặt. Từ đó sơ bộ được nguyên nhân gây nứt kết cấu là do đâu. [10]

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

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

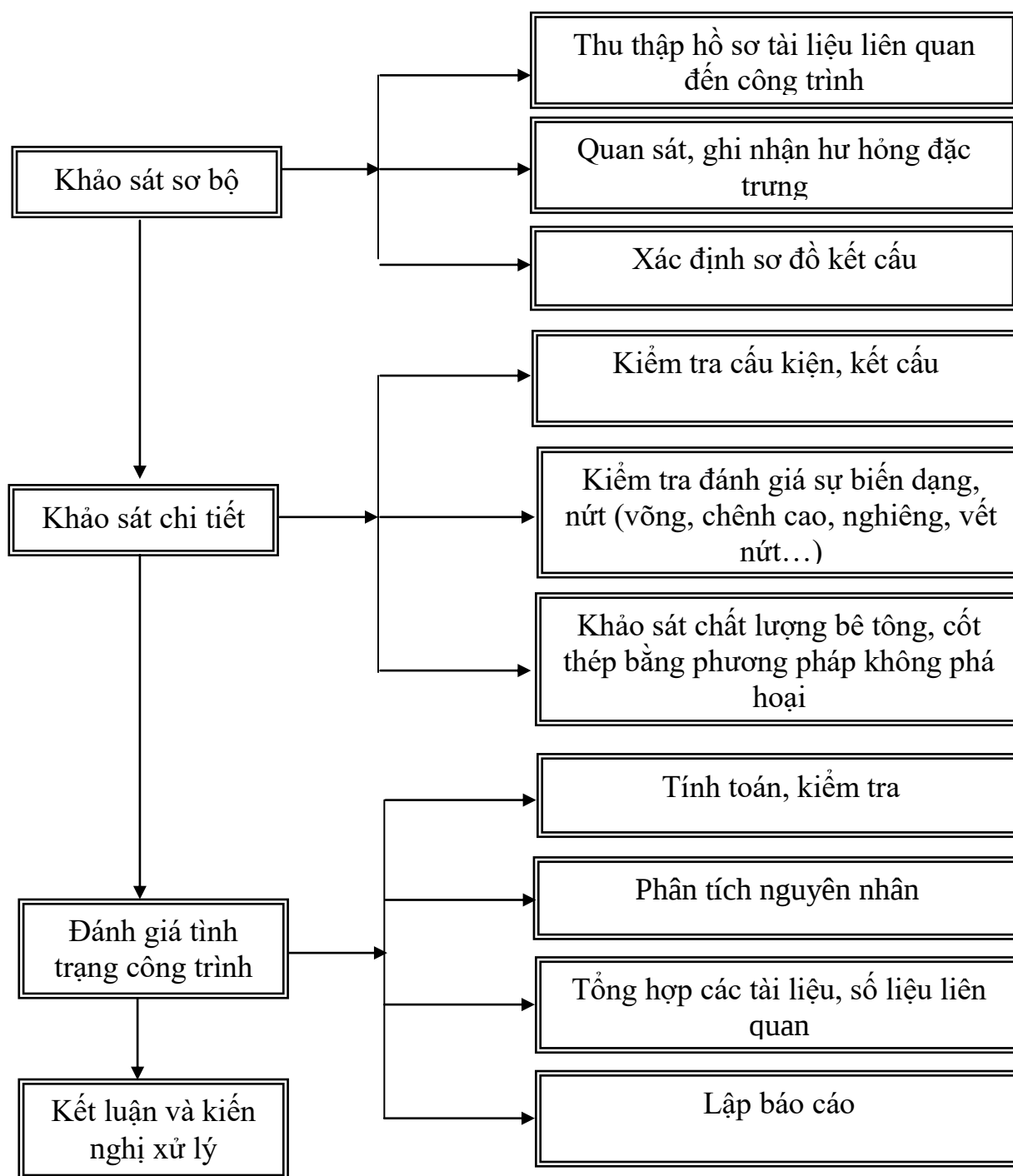
b. Khảo sát chất lượng của cốt thép trong bê tông bằng phương pháp không phá hoại mẫu: sử dụng phương pháp điện từ.

3.2. KHẢO SÁT MỘT SỐ CÔNG TRÌNH CỤ THỂ CHỊU ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG BIỂN QUẢNG NINH

Trong khả năng của bản thân và giới hạn về thời gian thực hiện đề tài, em xin phép khảo sát 02 công trình tiêu biểu chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh là:

- Công trình: Nhà làm việc Bưu điện tỉnh Quảng Ninh - đây là công trình dân dụng có quy mô tương đối lớn (công trình dân dụng cấp II), đại diện cho loại công trình nằm trong vùng khí quyển trên bờ, tiểu vùng sát mép nước (vị trí các kết cấu nằm trên bờ trong phạm vi nhỏ hơn hoặc bằng 1 km cách mép nước).

- Công trình: Cảng Cô Tô: đây là công trình giao thông cảng biển thuộc nhóm công trình có quy mô công trình giao thông cấp II, đại diện cho loại công trình nằm trong vùng ngập nước: vị trí các kết cấu nằm ngập hoàn toàn trong nước biển; vùng nước lên xuống: vị trí các kết cấu nằm giữa mức nước lên cao nhất và xuống thấp nhất của thủy triều, kể cả ở các khu vực bị sóng tác.



Hình 13. Sơ đồ trình tự và nội dung chủ yếu công tác khảo sát công trình

3.2.1. Khảo sát công trình: Nhà làm việc Bưu điện tỉnh Quảng Ninh

a. Giới thiệu về công trình: Nhà làm việc 05 tầng Bưu điện tỉnh Quảng Ninh tại phường Bạch Đằng, thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh được đầu tư xây dựng và đưa vào hoạt động từ cách đây hơn 30 năm:

- Quy mô: Nhà 05 tầng, diện tích một tầng 1165m²;

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huấn

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

- Tầng 1: đại sảnh, khu giao dịch, các phòng nghiệp vụ, khu khai thác bưu cục. hệ thống giao thông gồm có 02 cầu thang máy, 01 cầu thang bộ, hệ thống hành lang giữa kết nối các phòng chức năng. khu phụ trợ gồm 01 vệ sinh chung, hệ thống kho...

- Tầng 2: gồm các làm việc, phòng máy. hệ thống giao thông gồm có 02 cầu thang máy, 01 cầu thang bộ, hệ thống hành lang giữa kết nối các phòng chức năng. khu phụ trợ gồm 01 vệ sinh chung, hệ thống kho...

- Tầng 3,4: gồm các làm việc, hệ thống giao thông gồm có 02 cầu thang máy, 01 cầu thang bộ, hệ thống hành lang giữa kết nối các phòng chức năng. khu phụ trợ gồm 01 vệ sinh chung, hệ thống kho...

- Tầng 5: gồm hội trường, phòng kỹ thuật, hệ thống giao thông gồm có 02 cầu thang máy, 01 cầu thang bộ, hệ thống hành lang giữa kết nối các phòng chức năng. khu phụ trợ gồm 01 vệ sinh chung, hệ thống kho...

Do công tác lưu trữ hồ sơ không được thực hiện tốt, nên hầu hết các hồ sơ tài liệu liên quan như bản vẽ thiết kế, hoàn công, quy hoạch, báo cáo kết quả khảo sát địa chất... không còn lưu giữ được đầy đủ, hoàn chỉnh có giá trị pháp lý, do đó công tác khảo sát phải bắt đầu từ việc quan sát, khảo sát thực tế công trình bằng hình thức đo, vẽ, ghi tại công trình, lập bản vẽ hiện trạng.

- Sơ đồ kết cấu: Nhà được thiết kế với sơ đồ kết cấu hỗn hợp: Khung cột, dầm BTCT M200, tường xây gạch chỉ, sàn panel hộp đúc sẵn BTCT;

- Móng: Phần thân nhà được đặt trên hệ móng cọc BTCT M200

- Nền được xử lý bằng cọc đóng BTCT...

b. Tiến hành khảo sát: Nguyên tắc phân chia cấu kiện (ôp dụng mục 5.2.1.2 TCVN 9381: 2012 - *Hướng dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà*)

- Móng cọc: Móng đơn dưới cột; Móng băng: Độ dài 1 trục của 1 gian; Móng bè: Diện tích của 1 gian.

- Tường: Chiều dài tính toán, 1 mặt của 1 gian.

- Cột: Chiều cao tính toán của cột.

- Dầm, xà gồ, dầm phụ: Chiều dài của cấu kiện.

- Bản, sàn toàn khối: Diện tích 1 gian.

- Bản, sàn đúc sẵn: Một tấm.

* Quan sát, ghi nhận hư hỏng đặc trưng:

Phương pháp khảo sát nội dung này chủ yếu là quan sát bằng mắt thường, tiến hành khảo sát, đo vẽ toàn bộ công trình, kết quả khảo sát như sau:

- Tầng 1:

+ Quầy giao dịch hiện vẫn đang sử dụng tuy nhiên cần sửa chữa lại đảm bảo đúng nhận diện thương hiệu của ngành. Một số vị trí cột hành lang; dầm, trần bê tông ngoài hành lang, hiện có hiện tượng nứt theo chiều đặt cốt thép

+ Khu vệ sinh xuống cấp khả năng sử dụng là rất kém.

+ Toàn bộ hệ thống cửa, lát nền, ốp gạch men tường đã xuống cấp, nhiều chỗ bị rêu mốc cần được sửa chữa và thay thế

+ Sơn tường đã có hiện tượng phồng rộp, hoen ố

- Tầng 2:

+ Hệ thống khung xương trần thạch cao xuống cấp nghiêm trọng tại một số vị trí còn có hiện tượng ố trần, mục để lộ phần trần của công trình. Một số vị trí cột biên ngoài; dầm, trần bê tông phòng phía ngoài có hiện tượng nứt theo chiều đặt cốt thép hoặc nổ vỡ mảng bê tông lộ cốt thép, diện tích khoảng 1 - 2cm².

+ Toàn bộ hệ thống cửa, lát nền, ốp gạch men tường đã có hiện tượng dạn nứt, phồng rộp, hiệu quả sử dụng là rất kém cần có biện pháp thay thế

+ Khu vệ sinh xuống cấp khả năng sử dụng là rất kém các diện tường ốp gạch men kính thì dạn nứt, gạch lát nền chống trơn qua thời gian sử dụng nâu nên mòn, sứt, thiết bị vệ sinh quá cũ thường hay tắc

+ Hệ thống gạch ốp cầu thang lan can tay vịn gỗ cần có phương án bảo trì bảo dưỡng hoặc thay thế. Tường nhiều chỗ bị ẩm mốc.

+ Các diện tường ốp gạch men trang trí, điểm nhấn trên mặt đứng đã xuống cấp do thời gian và tác động của môi trường, hệ thống trần, tấm ốp bằng

nhôm bịt đầu dầm conson ngoài mặt đứng cũng đã bong tróc , biến chất cần có phương án thay thế

- Tầng 3,4:

+ Hệ thống khung xương trần thạch cao xuống cấp nghiêm trọng tại một số vị trí còn có hiện tượng ố trần, mục để lộ phần trần của công trình. Một số vị trí cột, trần bê tông có hiện tượng nứt theo chiều đặt cốt thép, trần nổ vỡ mảng bê tông lộ cốt thép, diện tích khoảng 1 - 2cm²; dầm bị nứt, vỡ bê tông lộ cốt thép chịu lực.

+ Toàn bộ hệ thống cửa, lát nền, ốp gạch men tường đã có hiện tượng dạn nứt, phòng rộp hiệu quả xử dụng là rất kém cần có biện pháp thay thế

+ Khu vệ sinh xuống cấp khả năng sử dụng là rất kém các diện tường ốp gạch men kính thì dạn nứt, gạch lát nền chống trơn qua thời gian xử dụng lâu nên mòn, sứt, thiết bị vệ sinh quá cũ thường hay tắc

+ Hệ thống gạch ốp cầu thang lan can tay vịn gỗ cần có phương án bảo trì bảo dưỡng hoặc thay thế.

+ Các diện tường ốp gạch men trang trí, điểm nhấn trên mặt đứng đã xuống cấp do thời gian và tác động của môi trường cần có phương án thay thế.

- Tầng 5 (mái):

+ Hệ thống khung xương trần thạch cao xuống cấp nghiêm trọng tại một số vị trí còn có hiện tượng ố trần, mục để lộ phần trần của công trình + toàn bộ hệ thống cửa, lát nền, ốp gạch men tường đã có hiện tượng dạn nứt, phòng rộp hiệu quả xử dụng là rất kém cần có biện pháp thay thế. Nhiều vị trí trần bê tông phía ngoài (chỗ có ống thoát nước) bê tông bị phòng rộp, nổ vỡ mảng bê tông lộ cốt thép, diện tích có khoảng tới 4 - 5cm²; dầm, cột biên phía ngoài bị nứt, vỡ bê tông lộ cốt thép chịu lực, có dầm conson khoảng lộ cốt thép dài 70 - 80cm.

+ Khu vệ sinh xuống cấp khả năng sử dụng là rất kém các diện tường ốp gạch men kính thì dạn nứt, gạch lát nền chống trơn qua thời gian xử dụng lâu nên mòn, sứt, thiết bị vệ sinh quá cũ thường hay tắc. Mái nhiều chỗ không được dọn dẹp, vệ sinh thường xuyên, mùn đất, rác, cỏ cây mọc gây tắc dòng chảy thoát nước gây ẩm mốc, ảnh hưởng làm mủn mục bề mặt bê tông.

+ Hệ thống gạch ốp cầu thang lan can tay vịn gỗ cần có phương án bảo trì bảo dưỡng hoặc thay thế.

+ Các diện tường ốp gạch men trang trí, điểm nhấn trên mặt đứng đã xuống cấp do thời gian và tác động của môi trường, hệ thống trần, tấm ốp bằng nhôm bít đầu dầm conson ngoài mặt đứng cũng đã bong tróc, biến chất cần có phương án thay thế.

* Xác định sơ đồ kết cấu: Do không có hồ sơ lưu trữ nên việc xác định sơ đồ kết cấu được tiến hành theo phương pháp :

+ Kiểm tra trực tiếp trên từng nhóm cấu kiện để xác định chất liệu kết cấu .

+ Kiểm tra xác định liên kết giữa các cấu kiện với nhau .

+ Xác định kích thước tiết diện của từng loại cấu kiện .

+ Kết quả xác định: Công trình có kết cấu khung không gian chịu lực chính; tường bao che; sàn, mái panel hộp; hộp mái chống thấm và chống nóng bằng 02 lớp bê tông.

* Khảo sát sơ bộ: bằng mắt thường, kết hợp với các dụng cụ thông thường (thước thép, ni vô nước, dây dọi, giấy, bút, mực, kính núp...).

* Kết quả khảo sát sơ bộ:

- Một số hình ảnh khảo sát tiêu biểu.



Hình 14. Trần tầng 4 bị vỡ lớp bê tông bảo vệ, cốt thép bị gỉ sét



Hình 15. Mái tầng 5 bị mất găng rời lớp đáy tấm panel, cốt thép bị ăn mòn



Hình 16. Mái, dầm con son tầng 5 bị vỡ lớp bê tông bảo vệ, cốt thép bị ăn mòn

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng



Hình 17. Tường gian cầu thang bị ẩm mốc bong rộp lớp sơn bả, vữa trát



Hình 18. Mái sảnh tầng 2 bê tông bị mủn mục, gãy vỡ

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng



Hình 19. Chất thải đổ bừa bãi, sàn bê tông bị ẩm mốc, vỡ lớp bê tông bảo vệ



Hình 20. Chất thải đổ bừa bãi, rong, rêu, cây cỏ mọc không được dọn dẹp làm bề mặt bê tông thường xuyên bị rêu mốc, gây hư hỏng mủn, mục bề mặt bê tông

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng



Hình 21. Cột thép bị gỉ sét nặng gây trương nở, nứt vỡ bê tông bảo vệ



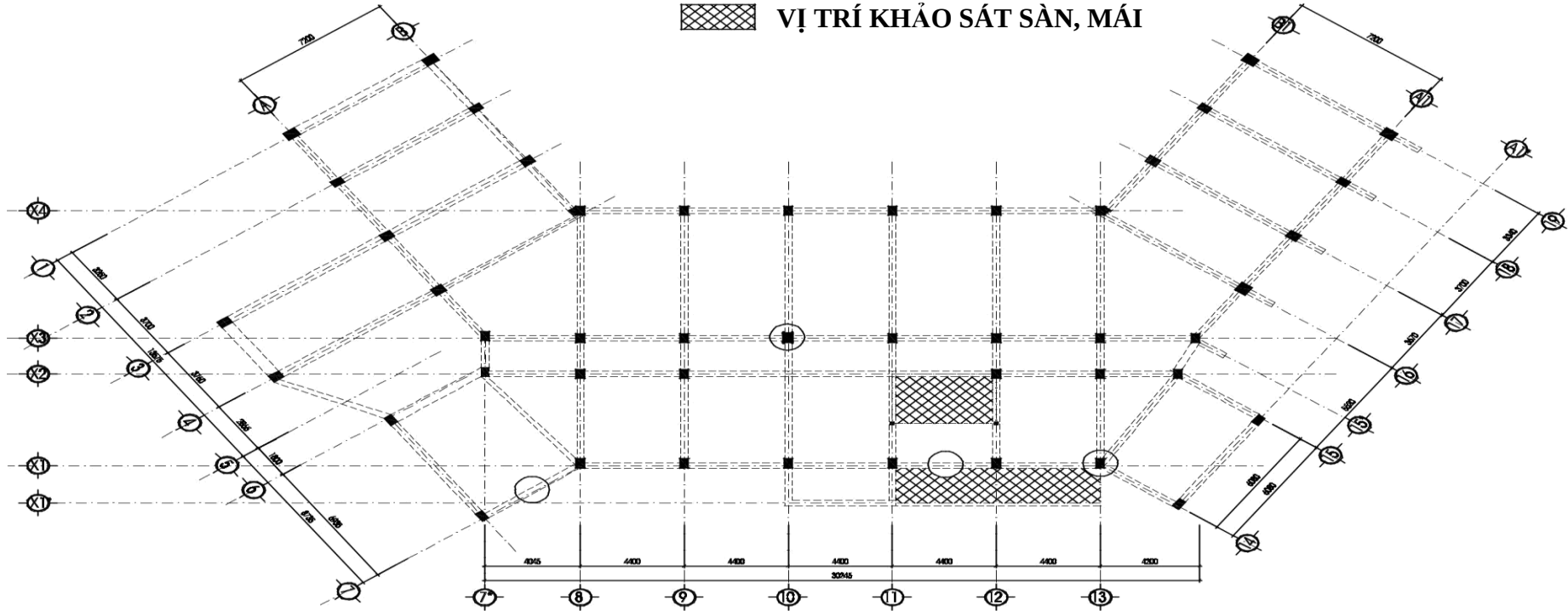
Hình 22. Cột thép dọc trong bê tông bị han gỉ, gây nứt vỡ bê tông bảo vệ và hình thành vết nứt dọc theo cốt thép dọc cột tầng 5

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

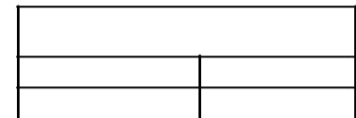
GHI CHÚ:

- VỊ TRÍ KHẢO SÁT TẠI CỘT, DÀM
▨ VỊ TRÍ KHẢO SÁT SÀN, MÁI

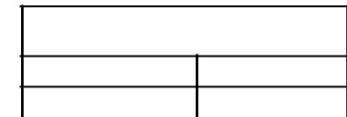


Hình 24. MẶT BẰNG KẾT CẤU TẦNG 1

VỊ TRÍ KHẢO SÁT SÀN, MÁI



Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân
 Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

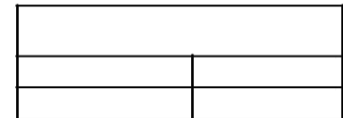


Hình 26. MẶT BẰNG KẾT CẤU TẦNG 3



 VỊ TRÍ KHẢO SÁT TẠI CỘT, L

 VỊ TRÍ KHẢO SÁT SÀN, MÁI



Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân
 Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Bảng 5: Thống kê số lượng cấu kiện hư hỏng (bước khảo sát sơ bộ)

Số TT	Vùng khảo sát	Tổng số cấu kiện	Số cấu kiện hư hỏng	Ghi chú
1	Móng	60	06	Dầm móng bị rạn, rêu mốc bê tông
2	Cột	230	69	
2.1	Tầng 1	46	13	Xuất hiện vết nứt dọc cột
2.2	Tầng 2	46	16	Xuất hiện vết nứt dọc cột và 01 cột cốt thép bị han gỉ làm nứt bê tông
2.3	Tầng 3	46	15	Xuất hiện vết nứt dọc cột và 02 cột cốt thép bị han gỉ làm nứt bê tông
2.4	Tầng 4	46	14	Xuất hiện vết nứt dọc cột
2.5	Tầng 5	46	11	Xuất hiện vết nứt dọc cột
3	Dầm chính	200	41	
3.1	Tầng 1	40	16	Rạn nứt lớp bê tông bảo vệ
3.2	Tầng 2	40	11	Rạn nứt lớp bê tông bảo vệ
3.3	Tầng 3	40	06	Rạn nứt lớp bê tông bảo vệ
3.4	Tầng 4	40	05	Rạn nứt lớp bê tông bảo vệ
3.5	Tầng 4	40	03	Rạn nứt lớp bê tông bảo vệ
4	Dầm phụ	125	08	
4.1	Tầng 1	25	02	Rạn nứt lớp bê tông bảo vệ
4.2	Tầng 2	25	02	Rạn nứt và nứt vỡ lớp bê tông bảo vệ dầm son, cốt thép han gỉ giảm tiết diện
4.3	Tầng 3	25	02	Rạn nứt lớp bê tông bảo vệ
4.4	Tầng 4	25	01	Rạn nứt lớp bê tông bảo vệ
4.5	Tầng 5	25	01	Rạn nứt và nứt vỡ lớp bê tông bảo vệ dầm son, cốt thép han gỉ

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Luận văn: Khảo sát một số kết cấu bê tông cốt thép trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh

				giảm tiết diện
5	Tường	330	20	
5.1	Tầng 1	50	02	Ấm mốc, phòng rộp lớp sơn bả
5.2	Tầng 2	75	04	Phòng rộp lớp sơn bả, lớp gạch men ốp tường bị rạn nứt
5.3	Tầng 3	75	05	Phòng rộp lớp sơn bả, lớp gạch men ốp tường bị rạn nứt
5.4	Tầng 4	75	05	Phòng rộp lớp sơn bả, lớp gạch men ốp tường bị rạn nứt
5.5	Tầng 5	55	04	Ấm mốc, phòng rộp lớp sơn, một số vị trí có vết rạn nứt chạy dài theo chiều ngang nhà
6	Sàn, bản mái	250	40	
6.1	Tầng 2	50	10	Nứt vỡ bê tông, han gỉ cốt thép
6.2	Tầng 3	50	07	Nứt vỡ bê tông, han gỉ cốt thép
6.3	Tầng 4	50	06	Nứt vỡ bê tông, han gỉ cốt thép
6.4	Tầng 5	50	08	Nứt vỡ bê tông, han gỉ cốt thép
6.5	Bản mái	50	09	Nứt vỡ bê tông thành mảng lớn 4 - 5cm ² , han gỉ đứt cốt thép
7	Lan can; Lô gia	60	08	Nứt vỡ bê tông, han gỉ cốt thép

* Khảo sát chi tiết:

- Nội dung khảo sát đánh giá được thực hiện theo nguyên tắc sau:

+ Tiến hành quan sát bề mặt của cấu kiện ở cự ly gần để phát hiện thêm những cấu kiện đã bị hư hỏng mà trong bước khảo sát sơ bộ chưa phát hiện được.

+ Tiến hành sử dụng các loại dụng cụ thông thường như búa nhỏ, kính lúp... để kiểm tra, phát hiện các dấu hiệu hư hỏng tiềm tàng của các cấu kiện;

+ Kiểm tra chi tiết bằng dụng cụ chuyên dụng: Tập hợp những cấu kiện được coi là nguyên vẹn; phân theo nhóm cấu kiện và vùng bố trí để tiếp tục thực hiện bước kiểm tra bằng dụng cụ chuyên dụng (súng bật nảy kết hợp máy siêu âm); nội dung và trình tự thực hiện như sau:

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huấn

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Chọn vị trí và vùng kiểm tra.

* Nguyên tắc lựa chọn:

- Vùng kiểm tra được khoan vùng chọn theo kết quả khảo sát sơ bộ.
- Cấu kiện, kết cấu được kiểm tra là cấu kiện, kết cấu được coi là nguyên vẹn.
- Cấu kiện, kết cấu được kiểm tra có vai trò quan trọng trong hệ kết cấu chịu lực của công trình.
- Diện thao tác kiểm định thuận tiện để đạt được kết quả kiểm định có độ chính xác cao nhất.

* Kết quả lựa chọn: Theo bản vẽ ghi chú vị trí lựa chọn.

c. Kết quả kiểm tra:

* **Kiểm tra: Cường độ bê tông bằng phương pháp không phá hủy** bằng phương pháp thí nghiệm sử dụng kết hợp máy siêu âm bê tông và súng bật nảy bê tông nhằm xác định cường độ chịu nén của bê tông trên cấu kiện bê tông của công trình.

- Tiêu chuẩn áp dụng:

+ TCVN 9335: 2012 - “Bê tông nặng- Phương pháp thử không phá huỷ- Xác định cường độ chịu nén, sử dụng kết hợp máy đo siêu âm và súng bật nảy”.
[13]

- Thiết bị kiểm tra:

+ Máy siêu âm kiểu TICO - Sản xuất tại Thụy Sĩ.

+ Búa thử bê tông C380 - Sản xuất tại Italia.

- Số cấu kiện được kiểm tra: 33 cấu kiện;

+ Phương pháp thí nghiệm siêu âm là: sử dụng chùm sóng âm có tần số trên ngưỡng con người nghe được (siêu âm) đập vào vùng cần kiểm tra. Nếu không có khuyết tật, chùm siêu âm sẽ đi thẳng, còn nếu gặp khuyết tật, chùm siêu âm sẽ phản xạ trở lại, tương tự như tiếng vọng ta nghe được từ vách núi. Thiết bị siêu âm có thể giúp ta thấy được sóng âm phản hồi và từ đó có thể biết

được khuyết tật nằm ở đâu trong vật kiểm tra. Dựa vào mức độ mạnh yếu của chùm âm vọng, ta cũng có thể đánh giá được kích thước của khuyết tật.



Hình 29. Thiết bị siêu âm kiểu TICO

Phương pháp thí nghiệm súng bật nảy (súng bắn bê tông) dựa trên nguyên tắc bật nảy của khối đàn hồi phụ thuộc vào độ cứng của bề mặt bê tông mà nó tác động. Khi trục của súng được ấn vào bề mặt bê tông, khối lò xo trong súng nảy ép lại. Mức độ bật nảy của khối phụ thuộc vào độ cứng của bề mặt bê tông. Như vậy độ cứng của bê tông và số đọc của súng bật nảy (độ lồm của viên bi) có mối liên hệ với cường độ nén của bê tông. Giá trị bật nảy được đọc theo thang chia độ và được định rõ như là số bật nảy hay trị số bật nảy. Cường độ nén được đọc trực tiếp từ đối chiếu với thông số của đồ thị được cung cấp kèm theo trên thân súng.



Hình 30. Súng thử cường độ bê tông Schmidt



Hình 31. Thao tác sử dụng súng thử cường độ bê tông Schmidt

* Kết quả kiểm tra được tính toán theo Theo TCXDVN: 239 - 2006 [14]:

- Áp dụng công thức: $R_{ht} = \overline{R}_{ht}(1 - t_{\alpha}v)$ (3.1)

Trong đó: + R_{ht} : là cường độ bê tông hiện trường của kết cấu, cấu kiện đã kiểm tra;

+ $\overline{R}_{ht}$: là cường độ bê tông trung bình của các vùng đã kiểm tra;

+ v_{ht} (v): là hệ số biến dạng cường độ bê tông của các vùng kiểm tra trên kết cấu, cấu kiện (lấy $v = 0,135$ theo TCXDVN: 356 - 2005);

+ t_{α} : là hệ số phụ thuộc vào số lượng vùng kiểm tra khi thử bằng phương pháp không phá huỷ. Giá trị t_{α} lấy theo phụ lục A của TCXDVN: 239 - 2006.

Theo TCXDVN 356-2005 hay TCVN 5574-2012 thì có thể lấy hệ số t_{α} bảo đảm xác suất cường độ chịu nén của bê tông từ thí nghiệm là 95% bằng 1,64 và hệ số biến động $v = 0,135$ thì ta có:

$$R_{ht} = \overline{R}_{ht}(1 - 1,64 \cdot 0,135) = 0,778 \overline{R}_{ht} \quad (3.2)$$

Trong đó: + R_{ht} : là cường độ bê tông hiện trường của kết cấu, cấu kiện đã kiểm tra;

+ $\overline{R}_{ht}$: là cường độ bê tông trung bình của các vùng đã kiểm tra;

+ v_{ht} (v): là hệ số biến động cường độ bê tông của các vùng kiểm tra trên kết cấu, cấu kiện (lấy $v = 0,135$ theo TCXDVN: 356 - 2005) [15];

Trong trường hợp ta xác định được giá trị t_{α} theo thực tế, theo bảng A tiêu chuẩn này thì lấy các giá trị trung bình cường độ hiện trường cho trong các bảng tương ứng mà không phải dùng công thức (3.2).

- Áp dụng điều kiện bền của cầu kiện là: $R_{ht} \geq 0,9R_{yc}$ (3.3)

Trong đó:

+ R_{yc} : là cường độ bê tông yêu cầu được xác định theo công thức:

$$R_{yc} = 0,778M \quad (3.4)$$

+ M: là mức bê tông (M) (lấy theo TCVN 5574:2012) [4], đối với công trình Bưu điện là M200.

Vậy: $R_{yc} = 0,778 \cdot 200 = 155,6 \text{ daN/cm}^2 \Rightarrow 0,9 \cdot R_{yc} = 0,9 \cdot 155,6 = 140,04 \text{ daN/cm}^2$

+ Đài Móng: 02 cầu kiện.

Bảng 6: Kết quả khảo sát kết cấu đài móng (bước khảo sát chi tiết)

Vị trí	Cường độ bê tông tại các vùng thử	Cường độ bê tông T. bình của các vùng (R_{ht})	Hệ số biến động cường độ Bê tông (v)	Hệ số phụ thuộc vào số lượng vùng kiểm tra (α)	Cường độ bê tông hiện trường của cầu kiện (R_{ht}) daN/cm ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=[(3).[1-(4)x(5)]
Đài móng trực X1x13	216,0	216,7	0,135	2,35	147,9
	211,0				
	223,0				
Đài móng trực X1x12	218,0	221,7	0,135	2,35	151,3
	221,0				
	226,0				
Cường độ bê tông hiện trường trung bình ($\overline{R}_{ht}$) của các cầu kiện Đài móng được kiểm tra					149,6

$\Rightarrow$ Đánh giá cường độ chịu nén của bê tông Đài móng hiện trạng:

$\overline{R_{ht}} = 149,6 \text{ daN/cm}^2$ lớn hơn $0,9R_{yc} = 140,04 \text{ daN/cm}^2$. Vậy điều kiện bền (3.3) thỏa mãn.

+ Dầm Móng: 02 cầu kiện.

Bảng 7: Kết quả khảo sát kết cấu dầm móng (bước khảo sát chi tiết)

Vị trí	Cường độ bê tông tại các vùng	Cường độ bê tông T. bình của các	Hệ số biến động cường độ	Hệ số phụ thuộc vào số lượng vùng kiểm tra	Cường độ bê tông hiện trường của cầu kiện (R_{ht})
--------	-------------------------------	----------------------------------	--------------------------	--	--

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Lược văn: Khảo sát một số kết cấu bê tông cốt thép trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh

	thử	vùng (R _{ht})	Bê tông (v)	(α)	daN/cm ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=[(3).[1-(4)x(5)]
Dầm móng trục X1(11-12)	219,0	213,0	0,135	2,35	145,4
	205,0				
	215,0				
Dầm móng trục X1(12-13)	213,0	215,0	0,135	2,35	146,8
	217,0				
	215,0				
Cường độ bê tông hiện trường trung bình ($\overline{R}_{ht}$) của các cấu kiện Dầm móng được kiểm tra					146,1

=> Đánh giá cường độ chịu nén của bê tông Dầm móng hiện trạng:

$\bar{R}_{ht} = 146,1 \text{ daN/cm}^2$ lớn hơn $0,9R_{yc} = 140,04 \text{ daN/cm}^2$. Vậy điều kiện bền (3.3) thỏa mãn.

+ Cột: 07 cấu kiện.

Bảng 8: Kết quả khảo sát kết cấu cột (bước khảo sát chi tiết)

Vị trí	Cường độ bê tông tại các vùng thử	Cường độ bê tông T. bình của các vùng ($\bar{R}_{ht}$)	Hệ số biến động cường độ bê tông (v)	Hệ số phụ thuộc vào số lượng vùng kiểm tra (α)	Cường độ bê tông hiện trường của cấu kiện (R_{ht}) daN/cm ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=[(3).[1-(4)x(5)]
Tầng 1 Trục (X3x10)	204,0	205,7	0,135	2,35	140,4
	207,0				
	206,0				
Tầng 1 Trục (X1x13)	216,0	217,7	0,135	2,35	148,6
	223,0				
	214,0				
Tầng 2 Trục (Bx2)	212,0	213,7	0,135	2,35	145,9
	216,0				
	213,0				
Tầng 3 Trục (X3 x11)	205,0	208,3	0,135	2,35	142,2
	212,0				
	208,0				
Tầng 4 Trục	202,0	204,3	0,135	2,35	139,5
	209,0				

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Luận văn: Khảo sát một số kết cấu bê tông cốt thép trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh

(X3x10)	202,0				
Tầng 5	202,0	205,3	0,135	2,35	140,2
Trục	208,0				
(Bx2)	206,0				
Tầng 5	191,0	196,3	0,135	2,35	134,0
Trục	202,0				
(A1x18)	196,0				
Cường độ bê tông hiện trường trung bình ($\overline{R_{ht}}$) của các cấu kiện Cột được kiểm tra					141,5

=> Đánh giá cường độ chịu nén của bê tông Cột hiện trạng:

$\overline{R_{ht}} = 141,5 \text{ daN/cm}^2$ lớn hơn $0,9R_{yc} = 140,04 \text{ daN/cm}^2$. Vậy điều kiện bền (3.3) thỏa mãn.

+ Dầm: 10 cấu kiện.

Bảng 9: Kết quả khảo sát kết cấu dầm (bước khảo sát chi tiết)

Vị trí	Cường độ bê tông tại các vùng thử	Cường độ bê tông T. bình của các vùng ($\overline{R_{ht}}$)	Hệ số biến động cường độ Bê tông (v)	Hệ số phụ thuộc vào số lượng vùng kiểm tra (α)	Cường độ bê tông hiện trường của cấu kiện (R_{ht}) daN/cm^2
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=[(3).[1-(4)x(5)]]
Tầng 1 trục X1 (11-12)	207,0	207,7	0,135	2,35	141,8
	212,0				
	204,0				
Tầng 1 trục X1 (8-9)	211,0	215,3	0,135	2,35	147,0
	214,0				
	221,0				
Tầng 2 trục 2 (A-B)	204,0	206,3	0,135	2,35	140,9
	209,0				
	206,0				
Tầng 2 trục 18 (A1-B1)	211,0	211,3	0,135	2,35	144,3
	212,0				
	211,0				
Tầng 3 trục 11 (X3-X4)	207,0	201,3	0,135	2,35	137,5
	195,0				
	202,0				
Tầng 3 trục 2 (A-B)	201,0	203,7	0,135	2,35	139,1
	208,0				
	202,0				

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Luận văn: Khảo sát một số kết cấu bê tông cốt thép trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh

Tầng 4 trục 8*(6-7)	207,0	208,0	0,135	2,35	142,0
	207,0				
	210,0				
Tầng 4 trục 1 (A-B)	202,0	205,0	0,135	2,35	140,0
	210,0				
	203,0				
Tầng 5 trục 2 (A-B)	204,0	199,0	0,135	2,35	135,9
	195,0				
	198,0				
Tầng 5 trục X4(8-9)	197,0	198,7	0,135	2,35	135,6
	200,0				
	199,0				
Cường độ bê tông hiện trường trung bình ($\overline{R_{ht}}$) của các cấu kiện Dầm được kiểm tra					140,4

=> Đánh giá cường độ chịu nén của bê tông Dầm hiện trạng:

$\overline{R_{ht}} = 140,4 \text{ daN/cm}^2$ lớn hơn $0,9R_{yc} = 140,04 \text{ daN/cm}^2$. Vậy điều kiện bền (3.3) thỏa mãn.

+ Bản, Sàn: 11 cấu kiện.

Bảng 10: Kết quả khảo sát kết cấu bản, sàn (bước khảo sát chi tiết)

Vị trí	Cường độ bê tông tại các vùng thử	Cường độ bê tông T. bình của các vùng (R_{ht})	Hệ số biến động cường độ Bê tông (v)	Hệ số phụ thuộc vào số lượng vùng kiểm tra (α)	Cường độ bê tông hiện trường của cấu kiện (R_{ht}) daN/cm^2
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=[(3).[1-(4)x(5)]]
Sàn tầng 2 (X1-X2) (11-12)	198,0	201,3	0,135	2,35	137,5
	202,0				
	204,0				
Sàn tầng 2 (X1-X1*) (11-13)	208,0	205,7	0,135	2,35	140,4
	207,0				
	202,0				
Sàn tầng 3 (A1-B1) (18-19)	206,0	206,3	0,135	2,35	140,9
	201,0				
	212,0				
Sàn tầng 3 (1-2) (A-B)	208,0	311,0	0,135	2,35	141,1
	212,0				
	213,0				

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Luận văn: Khảo sát một số kết cấu bê tông cốt thép trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh

Sàn tầng 4 (2-3) (A-B)	202,0	204,3	0,135	2,35	139,5
	209,0				
	202,0				
Sàn tầng 4 (10-11) (X3-X4)	201,0	201,3	0,135	2,35	137,5
	199,0				
	204,0				
Sàn tầng 5 (10-11) (X3-X4)	204,0	208,0	0,135	2,35	142,0
	214,0				
	206,0				
Sàn tầng 5 (X3-X4) (12-13)	211,0	207,7	0,135	2,35	141,8
	200,0				
	212,0				
Mái trục (A1*-A1) (16-17)	205,0	203,3	0,135	2,35	138,8
	206,0				
	199,0				
Mái trục (13-A1) (X2-X3)	204,0	203,7	0,135	2,35	139,1
	205,0				
	202,0				
Mái trục (A1*- A) (2 - 3)	208,0	205,7	0,135	2,35	140,4
	203,0				
	206,0				
Cường độ bê tông hiện trường trung bình ($\overline{R}_{ht}$) của các cấu kiện Bản, Sàn được kiểm tra					139,9

=> Đánh giá cường độ chịu nén của bê tông Bản, sàn hiện trạng:

$\overline{R}_{ht} = 139,9 \text{ daN/cm}^2$ nhỏ hơn $0,9R_{yc} = 140,04 \text{ daN/cm}^2$. Vậy điều kiện bền (3.3) không thỏa mãn.

*** Kiểm tra: Chiều dày lớp bê tông bảo vệ:**

- Tiêu chuẩn áp dụng: TCVN 9356: 2012 - “Bê tông nặng - Phương pháp điện từ xác định chiều dày lớp bê tông bảo vệ, vị trí và đường kính cốt thép trong bê tông”. [16]

- Thiết bị kiểm tra: Máy Canin - Sản xuất tại Thụy Sĩ.



Hình 32. Máy siêu âm Canin

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

- Số cấu kiện được kiểm tra: 16 cấu kiện; trong đó:
 - + Móng: 01 cấu kiện (chiều dày lớp bảo vệ đảm bảo yêu cầu theo tiêu chuẩn $\geq 3\text{cm}$).
 - + Cột: 06 cấu kiện (chiều dày lớp bảo vệ đảm bảo yêu cầu theo tiêu chuẩn $\geq 2\text{cm}$).
 - + Dầm: 05 cấu kiện (chiều dày lớp bảo vệ đảm bảo yêu cầu theo tiêu chuẩn $\geq 2\text{cm}$).
 - + Bản, sàn: 04 cấu kiện (có 04 vị trí chiều dày lớp bảo vệ không đảm bảo yêu cầu theo tiêu chuẩn $\geq 1\text{cm}$).

*** Kiểm tra: Số lượng và đường kính cốt thép:**

- Tiêu chuẩn áp dụng: TCVN 9356: 2012
- Thiết bị kiểm tra: Máy Canin - Sản xuất tại Thụy Sĩ.
- Số cấu kiện được kiểm tra: 17 cấu kiện; trong đó:
 - + Móng: 01 cấu kiện.
 - + Cột: 06 cấu kiện.
 - + Dầm: 05 cấu kiện.
 - + Bản, sàn: 04 cấu kiện.
- Kết quả chi tiết: đảm bảo tiết diện đường kính theo quy định.

*** Kiểm tra: Mức độ cốt thép bị ăn mòn:**

- Tiêu chuẩn áp dụng: TCVN 9348: 2012 - “ BTCT - Kiểm tra khả năng cốt thép bị ăn mòn - Phương pháp điện thế” [17]
- Thiết bị kiểm tra: Máy đo điện thế hãng Proceq - Sản xuất tại Thụy Sĩ.



Hình 33. Sử dụng máy đo điện thế để xác định tiết diện cốt thép

- Dung dịch sử dụng: (CuSO_4) Đồng sunfat bão hoà (nếu điện thế $< -0,35\text{v}$ (v): cốt thép bị ăn mòn; điện thế $> -0,35\text{v}$: cốt thép chưa bị ăn mòn).

- Số cấu kiện được kiểm tra: 05 cấu kiện; trong đó:

+ **Móng**: 01 cấu kiện tại trục X1 (12-13), Điện thế đo được từ $-0,068\text{v}$ đến $-0,238\text{v} > -0,35\text{v}$ (cốt thép chưa bị ăn mòn trong bê tông).

+ **Cột**: 06 cấu kiện:

++ Cột tầng 1 trục X1 x 13: Điện thế đo được từ $-0,073\text{v}$ đến $-0,22\text{v} > -0,35\text{v}$ (cốt thép chưa bị ăn mòn trong bê tông);

++ Cột tầng 2 trục A1 x 18: Điện thế đo được từ $-0,105\text{v}$ đến $-0,22\text{v} > -0,35\text{v}$ (cốt thép chưa bị ăn mòn trong bê tông);

++ Cột tầng 2 trục B x 2: Điện thế đo được từ $-0,066\text{v}$ đến $-0,199\text{v} > -0,35\text{v}$ (cốt thép chưa bị ăn mòn trong bê tông);

++ Cột tầng 3 trục X3 x 11: Điện thế đo được từ $-0,104\text{v}$ đến $-0,239\text{v} > -0,35\text{v}$ (cốt thép chưa bị ăn mòn trong bê tông);

++ Cột tầng 4 trục A x 4: Điện thế đo được từ $-0,099\text{v}$ đến $-0,238\text{v} > -0,35\text{v}$ (cốt thép chưa bị ăn mòn trong bê tông);

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

++ Cột tầng 5 trục B x 2: Điện thế đo được từ -0,297 đến -0,445v < -0,35v (cốt thép bị ăn mòn trong bê tông).

+ **Dầm:** 05 cấu kiện:

++ Dầm tầng 1 trục 10 (X1-X1*): Điện thế đo được từ -0,075v đến -0,226v > -0,35v (cốt thép chưa bị ăn mòn trong bê tông);

++ Dầm tầng 2 trục 18 (A1-B1): Điện thế đo được từ -0,096v đến -0,240v > -0,35v (cốt thép chưa bị ăn mòn trong bê tông);

++ Dầm tầng 3 trục B (1*-1): Điện thế đo được từ -0,309v đến -0,463v < -0,35v (cốt thép bị ăn mòn trong bê tông);

++ Dầm tầng 4 trục A1 (19-19*): Điện thế đo được từ -0,12v đến -0,3v > -0,35v (cốt thép chưa bị ăn mòn trong bê tông);

++ Dầm tầng 5 trục 2 (A-B): Điện thế đo được từ -0,168v đến -0,363v > -0,35v (cốt thép bị ăn mòn trong bê tông).

+ **Sàn, mái:** 05 cấu kiện:

++ Sàn tầng 2 trục (X1-X2) - (11-12): Điện thế đo được từ -0,093v đến -0,213v > -0,35v (cốt thép chưa bị ăn mòn trong bê tông);

++ Sàn tầng 3 trục (A1-B1) - (18-19): Điện thế đo được từ -0,32v đến -0,48v < -0,35v (cốt thép bị ăn mòn trong bê tông);

++ Sàn tầng 4 trục (B*-B) - (1-2): Điện thế đo được từ -0,297 đến -0,446v < -0,35v (cốt thép bị ăn mòn trong bê tông);

++ Sàn tầng 5 trục (A1-B1*) - (17-18): Điện thế đo được từ -0,185 đến -0,333v > -0,35v (cốt thép chưa bị ăn mòn trong bê tông);

++ Mái tầng 5 trục (A1-A1*) - (16-17): Điện thế đo được từ -0,187v đến -0,535v < -0,35v (cốt thép bị ăn mòn trong bê tông).

* **Kiểm tra: Kích thước tiết diện các cấu kiện.**

- Số cấu kiện được kiểm tra: 20 cấu kiện; trong đó:

+ Cột: 10 cấu kiện (có 4 cấu kiện có vị trí kích thước to hơn bình thường do bê tông bị trương nở vì cốt thép phá hoại).

+ Dầm: 10 cấu kiện (có 3 cấu kiện có vị trí kích thước nhỏ hơn bình thường vì lớp bê tông bảo vệ bị bong, vỡ).

Tổng hợp số lượng các cấu kiện, kết cấu bị hư hỏng của các bước khảo sát, kiểm tra được thể hiện theo bảng sau

Bảng 11: Tổng hợp số lượng cấu kiện hư hỏng (tất cả các bước)

TT	Vùng kiểm tra	Tổng số cấu kiện	Số cấu kiện bị hư hỏng		
			KS sơ bộ	Khảo sát chi tiết	Số C.Kiện hỏng nặng
1	Móng	60	06	06	0
2	Cột	230	69	69	22
2.1	Tầng 1	46	13	13	01
2.2	Tầng 2	46	16	16	02
2.3	Tầng 3	46	15	15	03
2.4	Tầng 4	46	14	14	04
2.5	Tầng 5	46	11	11	12
3	Dầm chính	200	41	41	10
3.1	Tầng 1	40	16	16	01
3.2	Tầng 2	40	11	11	02
3.3	Tầng 3	40	06	06	02
3.4	Tầng 4	40	05	05	01
3.4	Tầng 5	40	03	03	04
4	Dầm phụ	120	08	50	41
4.1	Tầng 1	25	02	02	01
4.2	Tầng 2	25	02	07	06
4.3	Tầng 3	25	02	12	09
4.4	Tầng 4	25	01	09	09
4.4	Tầng 5	25	01	20	16
5	Tường	330	20	72	50
5.1	Tầng 1	50	02	20	13
5.2	Tầng 2	75	04	6	3
5.3	Tầng 3	75	05	15	10
5.4	Tầng 4	75	05	18	13
5.5	Tầng 5	55	04	13	11
6	Sàn, bản mái	250	40	61	61
6.1	Tầng 2	50	10	02	02
6.2	Tầng 3	50	07	14	14
6.3	Tầng 4	50	06	15	15

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Luận văn: Khảo sát một số kết cấu bê tông cốt thép trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh

6.4	Tầng 5	50	08	14	14
6.5	Bản mái	50	09	16	16
7	Lan can; Lô gia	60	08	20	20

Đánh giá tổng hợp: (ôp dụng mục 5.3.4 TCVN 9381: 2012 - *Hướng dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà*)

* Tỷ lệ % cấu kiện nguy hiểm trong nền móng:

$$\rho_{fdm} = n_d / n \times 100 = 0/60 \times 100 = 0\%.$$

Trong đó: + ρ_{fdm} là tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong nền móng;

+ n_d là số cấu kiện nguy hiểm;

+ n là tổng số cấu kiện.

* Tỷ lệ % cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu chịu lực của công trình:

$$\rho_{sdm} = \frac{[2,4n_{dc} + 2,4n_{dw} + 1,9(n_{dmb} + n_{drt}) + 1,4n_{dsb} + n_{ds}]}{[2,4n_c + 2,4n_w + 1,9(n_{bm} + n_{rt}) + 1,4n_{sb} + n_s]} \times 100\%$$

$$[2,4n_c + 2,4n_w + 1,9(n_{bm} + n_{rt}) + 1,4n_{sb} + n_s]$$

$$\rho_{sdm} = \frac{[2,4 \times 22 + 2,4 \times 50 + 1,9 \times 10 + 1,4 \times 41 + 1 \times 61]}{[2,4 \times 230 + 2,4 \times 330 + 1,9 \times 200 + 1,4 \times 120 + 250]} \times 100\% = 14,5\%$$

$$[2,4 \times 230 + 2,4 \times 330 + 1,9 \times 200 + 1,4 \times 120 + 250]$$

Trong đó: + ρ_{sdm} là tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu chịu lực;

+ n_{dc} là số cột nguy hiểm;

+ n_{dw} là số đoạn tường nguy hiểm;

+ n_{dmb} là số dầm chính nguy hiểm;

+ n_{drt} là số vì kèo nguy hiểm;

+ n_{dsb} là số dầm phụ nguy hiểm;

+ n_{ds} là số bản nguy hiểm;

+ n_c là số cột;

+ n_w là số đoạn tường;

+ n_{mb} là số dầm chính;

+ n_{rt} là số vì kèo;

+ n_{sb} là số dầm phụ;

+ n_s là số bản.

* Tỷ lệ % cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu bao che của công trình:

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

$$\rho_{esdm} = n_d/n \times 100\%.$$

$$= (20/60) \times 100 = 33,33\%$$

Trong đó: ρ_{esdm} là tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu bao che;

+ n_d là số cấu kiện nguy hiểm;

+ n là tổng số cấu kiện.

* Xác định hàm phụ thuộc của nhà theo các cấp a; b; c; d.

a- Hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp a:

+ Công thức tính: $\mu_a = 1 (\rho = 0\%)$.

+ Kết quả tính toán: $\mu_{af} = 1$; $\mu_{as} = 0$; $\mu_{aes} = 0$;

Trong đó: μ_a là hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp a;

+ ρ là tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm.

+ μ_{af} là Hàm phụ thuộc của nền móng cấp a;

+ μ_{as} là Hàm phụ thuộc của kết cấu chịu lực phần thân cấp a;

+ μ_{aes} là Hàm phụ thuộc của kết cấu bao che cấp a;

b- Hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp b:

+ Công thức tính:

$$\mu_b = \begin{cases} 1 & \rho \leq 5\% \\ (30\% - \rho) / 25\%, & 5\% < \rho < 30\% \\ 0 & \rho \geq 30\% \end{cases}$$

+ Kết quả tính toán:

$$\mu_{bf} = 1,0; \quad \rho = 0\%; \quad (0 = \rho < 5\%).$$

$$\mu_{bs} = (30 - 14,5) / 25 = 0,6; \quad \rho = 14,5\%; \quad (5\% < \rho < 30\%).$$

$$\mu_{bes} = 0; \quad \rho = 33,33\%; \quad (\rho \geq 30\%).$$

Trong đó: μ_b là hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp b;

+ ρ là tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm;

+ μ_{bf} là Hàm phụ thuộc của nền móng cấp b;

+ μ_{bs} là Hàm phụ thuộc của kết cấu chịu lực phần thân cấp b;

+ μ_{bes} là Hàm phụ thuộc của kết cấu bao che cấp b;

c- Hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp c:

+ Công thức tính:

$$\mu_c = \begin{cases} 0 & \rho \leq 5\% \\ (\rho - 5\%) / 25\% & 5\% < \rho < 30\% \\ (100\% - \rho) / 70\% & 30\% \leq \rho \leq 100\% \end{cases}$$

+ Kết quả tính toán:

$$\mu_{cf} = 0; \quad \rho = 0\%; \quad (0 = \rho < 5\%).$$

$$\mu_{cs} = (14,5 - 5) / 25 = 0,38; \quad \rho = 14,5\%; \quad (5\% < \rho < 30\%).$$

$$\mu_{ces} = (100 - 33) / 70 = 0,96; \quad \rho = 33\%; \quad (\rho > 30\%).$$

Trong đó: + μ_c là hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp c;

+ ρ là tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm.

+ μ_{cf} là Hàm phụ thuộc của nền móng cấp c;

+ μ_{cs} là Hàm phụ thuộc của kết cấu chịu lực phân thân cấp c;

+ μ_{ces} là Hàm phụ thuộc của kết cấu bao che cấp c;

d- Hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp d:

+ Công thức tính :

$$\mu_d = \begin{cases} 0 & \rho \leq 30\% \\ (\rho - 30\%) / 70\% & 30\% < \rho < 100\% \\ 1 & \rho = 100\% \end{cases}$$

+ Kết quả tính toán:

$$\mu_{df} = 0; \quad \rho = 0\%; \quad (0 = \rho < 30\%).$$

$$\mu_{ds} = 0; \quad \rho = 13\%; \quad (13\% = \rho < 30\%).$$

$$\mu_{des} = (33 - 30) / 70 = 0,04; \quad 30\% < (\rho = 33\%) < 100\%.$$

Trong đó: + μ_c là hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà cấp c;

+ ρ là tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm.

+ μ_{df} là Hàm phụ thuộc của nền móng cấp d;

+ μ_{ds} là Hàm phụ thuộc của kết cấu chịu lực phân thân cấp d;

+ μ_{des} là Hàm phụ thuộc của kết cấu bao che cấp d;

* Xác định hàm phụ thuộc của nhà theo các cấp A; B; C; D.

a- Hàm phụ thuộc của nhà cấp A

+ Công thức tính:

$$\mu_A = \text{Max} [\min (0,3; \mu_{af}); \min (0,6; \mu_{as}); \min (0,1; \mu_{aes})];$$

Trong đó: μ_A Hàm phụ thuộc của nhà cấp A;

+ Kết quả tính toán:

$$\mu_A = \text{Max} [\min (0,3; 1); \min (0,6; 0); \min (0,1; 0)];$$

$$\mu_A = \text{Max} [0,3; 0; 0] = \mathbf{0,3}$$

b- Hàm phụ thuộc của nhà cấp B

+ Công thức tính:

$$\mu_B = \text{Max} [\min (0,3; \mu_{bf}); \min (0,6; \mu_{bs}); \min (0,1; \mu_{bes})];$$

Trong đó: μ_B Hàm phụ thuộc của nhà cấp B;

+ Kết quả tính toán:

$$\mu_B = \text{Max} [\min (0,3; 1,0); \min (0,6; 0,6); \min (0,1; 0)];$$

$$\mu_B = \text{Max} [0,3; 0,6; 0] = \mathbf{0,6}.$$

c- Hàm phụ thuộc của nhà cấp C

Trong đó: μ_C Hàm phụ thuộc của nhà cấp C;

+ Công thức tính:

$$\mu_C = \text{Max} [\min (0,3; \mu_{cf}); \min (0,6; \mu_{cs}); \min (0,1; \mu_{ces})];$$

+ Kết quả tính toán:

$$\mu_C = \text{Max} [\min (0,3; 0); \min (0,3; 0,1); \min (0,1; 0,96)];$$

$$\mu_C = \text{Max} [0; 0,1; 0,1] = \mathbf{0,1}$$

d- Hàm phụ thuộc của nhà cấp D

Trong đó: μ_D Hàm phụ thuộc của nhà cấp D;

+ Công thức tính:

$$\mu_D = \text{Max} [\min (0,3; \mu_{df}); \min (0,6; \mu_{ds}); \min (0,1; \mu_{ces})];$$

+ Kết quả tính toán:

$$\mu_D = \text{Max} [\min (0,3; 0); \min (0,6; 0); \min (0,1; 0,04)];$$

$$\mu_D = \text{Max} [0; 0; 0,04] = \mathbf{0,04}$$

- Đánh giá mức độ nguy hiểm của toàn nhà.

+ Công thức tính :

$$\text{Max} [\mu_A; \mu_B; \mu_C; \mu_D]$$

+ Kết quả tính toán:

$$\text{Max} [0,3; 0,6; 0,1; 0,04] = \mathbf{0,6} = \mu_B$$

- **Tính toán kiểm tra; kết luận; đánh giá và kiến nghị:**

* Tính toán khả năng chịu lực của 1 số cấu kiện được kiểm tra.

Dữ liệu sử dụng tính toán: Tải trọng được tính toán tại thời điểm hiện tại; Kích thước hình học; cường độ chịu nén của bê tông; số lượng, đường kính cốt thép và chiều dày lớp bê tông bảo vệ.

b. Các cấu kiện được kiểm tra: Khung trục 9.

c. Tính toán kiểm tra (*Số liệu được lấy từ kết quả kiểm tra của đơn vị kiểm định*): [11]

- Cột khung trục 9:

Bảng 12: Tổng hợp kết quả kiểm tra cốt thép cấu kiện cột khung.

TT	Tên cấu kiện	Tiết diện (cm)	F _a (cm ²) (tính toán)	Kết quả kiểm tra		Kết luận
				F _a (cm ²) (kiểm tra)	Số lượng, đường kính	
I	Tầng 1					
1.1	Trục X1	300 x 500	10,18	10,74	4φ22+ 2φ20	§1t
1.2	Trục X3	300 x 500	16,84	17,69	6φ22+ 4φ20	§1t
1.3	Trục X4	300 x 500	6,068	10,15	4φ22+ 2φ20	§1t
II	Tầng 2					
2.1	Trục X1	300 x 500	10,18	10,74	4φ22+ 2φ20	§1t

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Luận văn: Khảo sát một số kết cấu bê tông cốt thép trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh

2.2	Trục X3	300 x 500	16,84	17,69	6 ϕ 22+ 4 ϕ 20	§1t
2.3	Trục X4	300 x 500	6,068	10,15	4 ϕ 22+ 2 ϕ 20	§1t
III	Tầng 3					
3.1	Trục X1	300 x 500	10,18	12,6	4 ϕ 22+ 2 ϕ 20	§1t
3.2	Trục X3	300 x 500	16,84	25,1	6 ϕ 22+ 4 ϕ 20	§1t
3.3	Trục X4	300 x 500	6,068	10,74	4 ϕ 22+ 2 ϕ 20	§1t
IV	Tầng 4					
4.1	Trục X1	300 x 500	10,18	10,74	4 ϕ 22+ 2 ϕ 20	§1t
4.2	Trục X3	300 x 500	16,84	17,69	6 ϕ 22+ 4 ϕ 20	§1t
4.3	Trục X4	300 x 500	6,068	10,15	4 ϕ 22+ 2 ϕ 20	§1t
V	Tầng 5					
5.1	Trục X1	300 x 500	10,18	10,74	4 ϕ 22+ 2 ϕ 20	§1t
5.2	Trục X3	300 x 500	16,84	17,69	6 ϕ 22+ 4 ϕ 20	§1t
5.3	Trục X4	300 x 500	6,068	10,15	4 ϕ 22+ 2 ϕ 20	§1t

- Dầm khung trục 9

Bảng 13: Tổng hợp kết quả kiểm tra cốt thép cấu kiện dầm khung.

TT	Tên cấu kiện	Tiết diện (cm)	F _a (cm ²) (tính toán)	Kết quả kiểm tra		Kết luận
				F _a (cm ²) (kiểm tra)	Số lượng, đường kính	
1	Tầng 1	300 x 500	22,24	22,3	3 ϕ 25+2 ϕ 22	§1t
2	Tầng 2	300 x 500	22,24	22,3	3 ϕ 25+2 ϕ 22	§1t
3	Tầng 3	300 x 500	20,64	22,3	3 ϕ 25+2 ϕ 22	§1t
4	Tầng 4	300 x 500	16,64	19,0	5 ϕ 22	§1t
5	Tầng 5	300 x 500	3,45	19,0	5 ϕ 22	§1t

d. Kết quả kiểm tra: Từ kết quả kiểm tra => Các cấu kiện nằm ngoài bảng thống kê bị hư hỏng đảm bảo khả năng làm việc bình thường.

* Kết luận

Căn cứ vào kết quả tính toán, áp dụng Mục 5.3.4.13 - TCVN 9381: 2012 “Hướng dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà”: $Max [\mu_A; \mu_B; \mu_C; \mu_D] = \mu_B$, **kết quả đánh giá tổng hợp là nhà cấp B (nhà có cấu kiện nguy hiểm).**

- Kết luận tại thời điểm kiểm tra, đánh giá chất lượng: Công trình được đánh giá cấp B (Sử dụng bình thường, cần sửa chữa những cấu kiện nguy hiểm).

Khuyến cáo: Các cấu kiện đã có dấu hiệu bị ăn mòn; kể cả các cấu kiện hiện được coi là còn nguyên vẹn; cần phải có ngay giải pháp xử lý ngăn chặn sự

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

ảnh hưởng, xâm thực của môi trường, tránh để cốt thép bị ăn mòn hoặc tiếp tục bị ăn mòn thì mới đảm bảo an toàn trong quá trình sử dụng; nếu không được xử lý kịp thời chắc chắn cốt thép sẽ bị ăn mòn;

- Giả thiết cốt thép bị ăn mòn đến mức giảm 10% diện tích cốt thép hiện có (theo số liệu kiểm tra). Sử dụng số liệu này để kiểm tra, kết quả tính toán như sau (Số liệu được lấy từ kết quả kiểm tra của đơn vị kiểm định) [11]: Kết quả tính toán riêng cho khung trục 9 (K9):

- Cột khung trục 9.

Bảng 14. Tổng hợp tính toán riêng cho cột khung trục 9 (K9)

TT	Vị trí	Tiết diện (cm)	F _a (cm ²) (tính toán)	Kết quả kiểm tra		Kết luận
				90% F _a (cm ²) (kiểm tra)	Số lượng, đường kính	
I	Tầng 1					
					F _a Giảm 10%	
1.1	Trục X1	300 x 500	10,18	9,67	4φ22+ 2φ20	Không đạt
1.2	Trục X3	300 x 500	16,84	15,92	6φ22+ 4φ20	Không đạt
1.3	Trục X4	300 x 500	6,068	9,14	4φ22+ 2φ20	Đạt
II	Tầng 2					
2.1	Trục X1	300 x 500	10,18	9,67	4φ22+ 2φ20	Không đạt
2.2	Trục X3	300 x 500	16,84	15,92	6φ22+ 4φ20	Không đạt
2.3	Trục X4	300 x 500	6,068	9,14	4φ22+ 2φ20	Đạt
III	Tầng 3					
3.1	Trục X1	300 x 500	10,18	9,67	4φ22+ 2φ20	Không đạt
3.2	Trục X3	300 x 500	16,84	15,92	6φ22+ 4φ20	Không đạt
3.3	Trục X4	300 x 500	6,068	9,14	4φ22+ 2φ20	Đạt
IV	Tầng 4					
4.1	Trục X1	300 x 500	10,18	9,67	4φ22+ 2φ20	Không đạt
4.2	Trục X3	300 x 500	16,84	15,92	6φ22+ 4φ20	Không đạt
4.3	Trục X4	300 x 500	6,068	9,14	4φ22+ 2φ20	Đạt
V	Tầng 5					
5.1	Trục X1	300 x 500	10,18	9,67	4φ22+ 2φ20	Không đạt
5.2	Trục X3	300 x 500	16,84	15,92	6φ22+ 4φ20	Không đạt
5.3	Trục X4	300 x 500	6,068	9,14	4φ22+ 2φ20	Đạt

- Dầm khung trục 9

Bảng 15: Tổng hợp tính toán riêng cho dầm khung trục 9 (K9)

TT	Vị trí	Tiết diện (cm)	F_a (cm ²) (tính toán)	Kết quả kiểm tra		Kết luận
				90% F_a F_a (cm ²) (kiểm tra)	Số lượng, đường kính	
1	Tầng 1	300 x 500	22,24	20,07	3φ25+2φ22	Không đạt
2	Tầng 2	300 x 500	22,24	20,07	3φ25+2φ22	Không đạt
3	Tầng 3	300 x 500	20,64	20,07	3φ25+2φ22	Đạt
4	Tầng 4	300 x 500	16,64	17,10	5 φ22	Đạt
5	Tầng 5	300 x 500	3,45	17,10	5 φ22	Đạt

- Nếu đề cốt thép bị ăn mòn 10% (khi diện tích cốt thép thực tế chỉ còn 90%); kết quả kiểm tra như sau:

+ Cột không đảm bảo khả năng chịu lực: 02 cột (trục X1; X3): Từ tầng 1 - tầng 5 (do không đủ hàm lượng cốt thép).

+ Dầm không đảm bảo khả năng chịu lực: Tầng 1 và tầng 2 (do không đủ hàm lượng cốt thép).

*** Đánh giá, kiến nghị:**

- Hệ thống thoát nước mưa trên mái hiện tại đã xuống cấp nghiêm trọng khi trời mưa không đảm bảo yêu cầu về thoát nước gây thấm dột tại những vị trí thoát nước, đồng thời tạo ra môi trường ẩm mốc làm xâm hại tới các cấu kiện kết cấu chịu lực trong công trình cũng như hệ thống thoát nước tại các khu vệ sinh tại các tầng.

- Ngoài những cấu kiện mà khi quan sát bằng mắt thường đã phát hiện được những hư hỏng. Khi kiểm tra xác suất trên một số cấu kiện được đánh giá là toàn vẹn trong bước đánh giá sơ bộ, kết quả kiểm tra đã cho thấy các cấu kiện này bắt đầu có hiện tượng giảm chất lượng.

- Một số vị trí không thể khảo sát, kiểm tra được do sự che khuất bởi sự cải tạo, sửa chữa, nông cấp của Chủ đầu tư như: Đóng trần thạch cao một số phòng tại các tầng, hành lang và trần nhựa tại các khu vệ sinh, ...đây là một trong số các hiện tượng tiềm ẩn những nguy hiểm gây mất an toàn vì không kiểm soát được sự hư hỏng, mức độ phá hoại của các cấu kiện theo thời gian.

- Hệ panel sàn, mái không đảm bảo an toàn đối với một số vị trí tại hành lang do toàn bộ bê tông panel bị vỡ và cốt đã thép bị ăn mòn đứt gãy > 30% (xem ảnh số 13).

- Cấm mọi hình thức gia tải thêm hoặc gây chấn động cục bộ lên công trình.

Kết quả khảo sát hiện trạng kết cấu Công trình: Hiện tượng ăn mòn và phá huỷ kết cấu BTCT chủ yếu xảy ra đối với kết cấu nằm ở vị trí hứng chịu mưa gió và khô ẩm thường xuyên như khu phụ, ban công, hành lang, cầu thang, sàn mái, dầm, cột ngoài hiên v.v...phía mặt ngoài công trình (xem các vị trí bị phá huỷ thể hiện ở bản vẽ và hình vẽ kèm theo). Đối với các kết cấu nằm ở vị trí khô ráo, không bị ẩm ướt thường ít bị hư hỏng do ăn mòn hơn. Hiện tượng ăn mòn và phá huỷ phổ biến là: trên bề mặt lớp bê tông bảo vệ thường xuất hiện các vết nứt bề rộng trung bình 0,5 - 1,5 mm chạy dọc theo các thanh cốt thép. Với kết cấu dạng bản, sàn thường bị bong tách từng mảng lớn lớp bê tông bảo vệ, cốt thép lộ ra ngoài, bị gỉ rất nặng và phát triển rất nhanh. Theo nhận định của Học viên, các hiện tượng trên có thể do các nguyên nhân sau gây nên:

Nguyên nhân chủ quan: do Công trình được xây dựng vào thời kỳ bao cấp, kế hoạch hóa cho nên trình độ, công nghệ kỹ thuật thi công còn lạc hậu; trình độ chuyên môn của cán bộ giám sát cũng như công nhân thi công trực tiếp còn nhiều hạn chế; chất lượng cũng như nguồn cung cấp nguyên vật liệu sản xuất BTCT (cốt thép, cát, đá, xi măng, nước phụ gia...) còn thiếu và nhiều bất cập, do đó tuy là công trình cấp II - nhà nhiều tầng, nhưng các kết cấu chịu lực chỉ được thiết kế M200#.

Nguyên nhân khách quan: Công trình nằm gần bờ biển thuộc Tiểu vùng sát mép nước (cách bờ biển chưa tới 50m) của Vùng khí quyển trên và ven biển, do đó chịu ảnh hưởng rất lớn từ môi trường biển. Từ kết quả khảo sát, ta thấy nguyên nhân chủ yếu làm hư hỏng, giảm chất lượng kết cấu, ảnh hưởng tới khả năng làm việc của Công trình không phải do kết cấu bị làm việc quá tải và mỏi hay tác động của cơ học bên ngoài (va trạm, đục phá, sửa chữa...) mà chủ yếu do tự bản thân kết cấu bị ăn mòn hóa học bởi môi trường không khí mang hơi nước từ biển vào.

3.2.2. Khảo sát công trình: Cảng Cô Tô

Do công trình đang khai thác và chưa có kế hoạch sửa chữa, nâng cấp cũng như không tiếp cận được hồ sơ thiết kế, hoàn công công trình. Vì vậy công tác khảo sát chỉ sử dụng bằng một số phương pháp có tính chất trực quan (sử dụng thước thép, máy toàn đạc điện tử, súng bật nảy, máy siêu âm) ở những vị trí dễ tiếp cận và không làm ảnh hưởng tới hoạt động của Cảng trong một khoảng thời gian khá ngắn (khoảng 10 tiếng) tại thời điểm mực nước dao động từ 3 - 2,3m (khoảng từ 10h - 16h30 ngày 22/10/2016 và khoảng từ 8h - 12h ngày 23/10/2016).

a. Giới thiệu về công trình: Cảng Cô Tô được đầu tư xây dựng từ năm 1996, hoàn thành năm 1998, cảng cấp II; là loại Bến bệ cọc cao mềm một tầng dầm ngang. Cảng có đường dẫn xây đá hộc dài 103,3m (nền đường rộng 6,9m; mặt đường bê tông rộng 3,6m); Cầu dẫn dài 201m, mặt cầu 3,6 m, bản cầu 4m; Cầu chính dài 77m, mặt cầu 11,6 m, bản cầu 12m; hệ cọc Cầu cảng 400x400, Cầu dẫn 300x300; kết cấu BTCT M300.

Hiện nay có khoảng 29 phương tiện vận tải chở khách và hàng hóa thường xuyên cập Cảng Cô Tô (tàu gỗ 03 tàu, sắt 02 tàu, cao tốc 24 tàu), ngoài ra còn có các tàu buôn, tàu khai thác thủy hải sản ra vào Cảng để kinh doanh, hoạt động. Trong năm 2015 lượng khách đến cảng là 180.000 khách, số lượng chuyển tàu là 3.600 chuyển tàu, lượng hàng hóa là 3.600 tấn; 06 tháng đầu năm 2016, lượng khách đến cảng đạt 150.000 khách, số lượng chuyển tàu đạt 3.200 chuyển và lượng hàng hóa cập cảng đạt 2.160 tấn (*Nguồn: Báo cáo đề xuất xin chủ trương đầu tư dự án: Cải tạo, nâng cấp cảng Cô Tô năm 2016 của UBND huyện Cô Tô*). Với số lượng phương tiện ra vào cảng hiện nay thì cảng Cô Tô đã quá tải, đồng thời trong quá trình sử dụng gần 20 năm, Cảng chưa được cải tạo sửa chữa lớn lên một số kết cấu, hạng mục đang bị xuống cấp, hư hỏng. Biển Cô Tô có chế độ nhật triều, một lần nước xuống và một lần nước lên trong ngày. Mực nước triều lớn nhất theo bảng thủy triều của Cô Tô là 4,5 m, mực nước thấp nhất là -0,2m, trung bình là 3,6m và 0,5m. Vì vậy phần kết cấu BTCT nằm trong vùng nước thay đổi của Cảng khoảng 3,1m.

b. Tiến hành khảo sát:

* Quan sát, ghi nhận hư hỏng đặc trưng:

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

- Hệ thống đệm chống va đập của cảng đã hư hỏng hoàn toàn, hiện nay tàu thuyền cập bến đều phải dùng lớp ô tô thay thế; Hệ cọc đỡ dầm sàn bến gần như bị rong, rêu, tảo, hà, hà, vẹm, quéo bám kín cách mặt bến từ khoảng 1,5m trở xuống; Một số vị trí cọc, dầm, mặt đáy bản sàn đã bị rạn, nứt, vỡ lớp bê tông bảo vệ, một số chỗ đã bị lộ cốt thép ra ngoài; Hệ thống bản bậc lên xuống, gờ chắn cạnh cầu cảng bị sứt mẻ rất nhiều, có chỗ đã bong chóc thành mảng 0,05 - 0,1m² hoặc dài 0,3 - 2m, lộ cốt thép; Bề mặt phía dưới của bản sàn cầu dẫn có một số vị trí bị nứt, bong, rộp, tách lớp, bào mòn mất lớp bề mặt phẳng nhẵn của bê tông, đặc biệt một số cọc chống đã bị ăn mòn bê tông vào tận cốt thép tạo thành “thắt cổ chai ngược”, thậm chí có cọc đã bị ăn mòn hết. Các vị trí này chủ yếu nằm ở vùng nước lên xuống thay đổi theo thủy triều và ở cạnh đáy của bản sàn bến, bản bậc cầu thang lên xuống, cá biệt có một số vị trí ở cạnh bên của dầm biên - nơi tiếp xúc trực tiếp với tàu khi cập bến. Khi cạo bỏ lớp bị rong, rêu, tảo, hà, hà bám bên ngoài dày từ 2 - 5cm, ở một số vị trí có hiện tượng bề mặt bê tông bị bào mòn, rỗ bề mặt.

* Kết quả khảo sát sơ bộ: Sử dụng thước mét đo và máy toàn đạc điện tử kiểm tra, đo vẽ và thống kê. Về tổng thể cầu cảng không bị biến dạng, nghiêng, võng, vòng (các hệ số vẫn trong độ sai số cho phép của tiêu chuẩn).

Một số hình ảnh tiêu biểu về công trình:



Hình 34. Một phần cảng Cỏ Tô

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng



Hình 35. Đệm chống va cho tàu thuyền không có, phải dùng lớp ô tô thay thế

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng



Hình 36. Các sinh vật biển (hàu, hà, sò, quéo, vẹm bám kín phần kết cấu bê tông ở vùng nước lên xuống



Hình 37. Ở phần nước lên xuống có hiện tượng bê tông bị bào mòn, rỗ bề mặt

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng



Hình 38. Bê tông lớp bảo vệ dầm bị vỡ lộ cốt thép chịu lực dài hàng mét



Hình 39. Bê tông lớp bảo vệ bản bậc bị vỡ, cốt thép bị ăn mòn

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng



Hình 40. Bản sàn cầu cảng có một số vị trí bị nứt, bong, tách lớp bê tông bảo vệ



Hình 41. Bê tông dầm ngang bị ăn mòn lộ cốt thép chịu lực đang hạn chế

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng



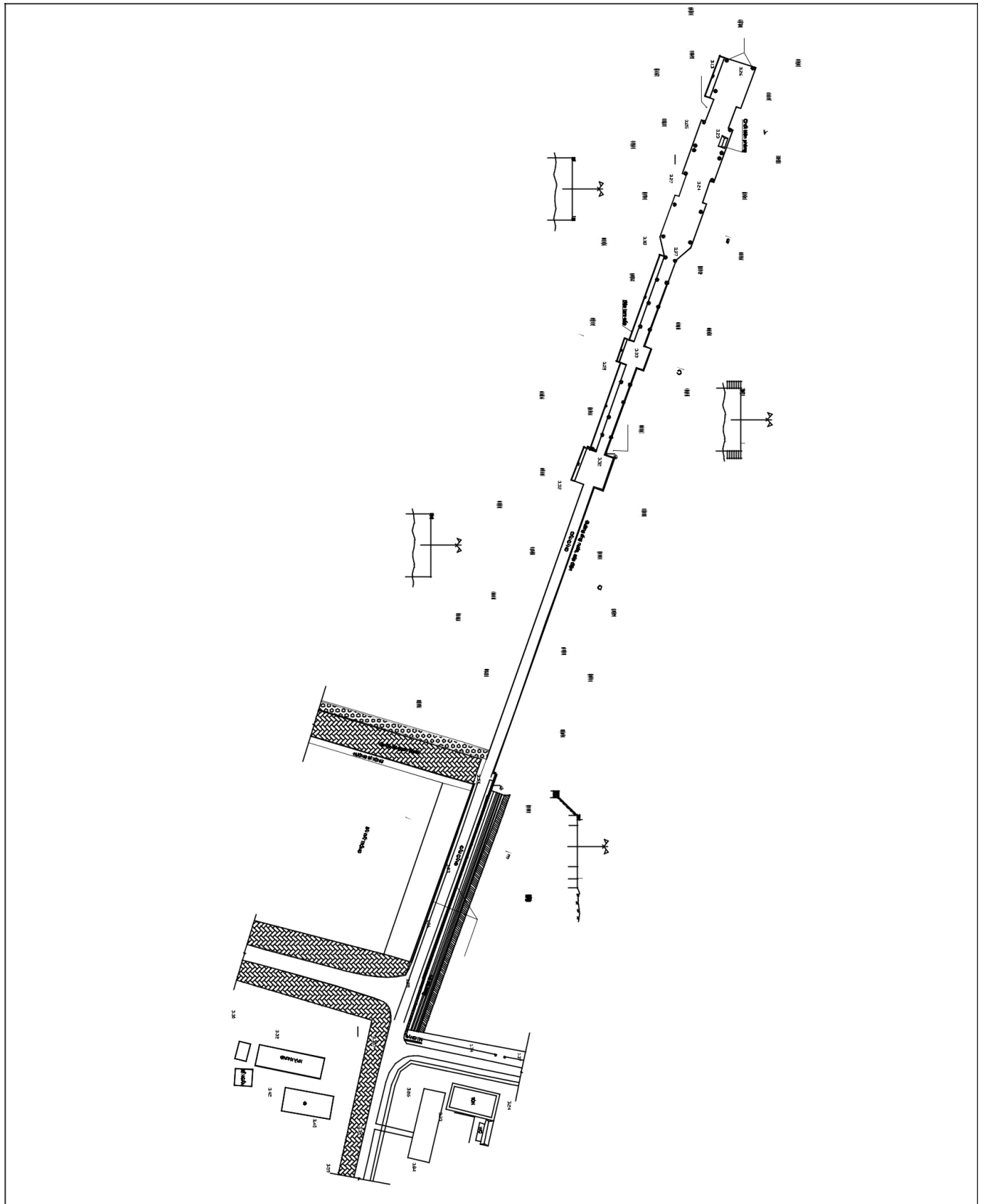
Hình 42. Cốt thép chịu lực han gỉ làm nứt vỡ bê tông dọc theo cốt thép



Hình 43. Một số cọc BTCT xâm thực, ăn mòn làm thu nhỏ tiết diện hoặc bị gãy

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng



Hình 45. Bình đồ khảo sát cảng Côtô

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Bảng 16: Thống kê số lượng cấu kiện hư hỏng (bước khảo sát sơ bộ)

STT	Vùng (cấu kiện) khảo sát	Tổng số cấu kiện	Số cấu kiện hư hỏng	Ghi chú
1	Cọc	192	26	
1.1	Cầu cảng	78	12	Bê tông bị bào mòn, nứt vỡ, gãy
1.2	Cầu dẫn	114	14	
2	Dầm dọc	5	5 vị trí	
2.1	Cầu cảng	3	3	Bê tông bị bào mòn, nứt vỡ, cốt thép gỉ sét
2.2	Cầu dẫn	2	2	
3	Dầm ngang	80	18	
3.1	Cầu cảng	23	7	Bê tông bị bào mòn, nứt vỡ, cốt thép gỉ sét
3.2	Cầu dẫn	57	11	
4	Sàn bến	2	10 vị trí	
4.1	Cầu cảng	1	6	Bê tông bị bong rộp, nứt vỡ, cốt thép gỉ sét
4.2	Cầu dẫn	1	4	

* Khảo sát chi tiết:

- Khảo sát chi tiết bằng mắt thường, kết hợp với các dụng cụ thông thường (thước thép, máy toàn đạc điện tử, dây dọi, giấy, bút, mực...).

- Nội dung khảo sát đánh giá được thực hiện theo nguyên tắc sau:

+ Tiến hành quan sát bề mặt của cấu kiện ở cự ly gần để phát hiện thêm những cấu kiện đã bị hư hỏng mà trong bước khảo sát sơ bộ chưa phát hiện được.

+ Tiến hành sử dụng các loại dụng cụ thông thường như búa nhỏ, dây, thước, kính lúp... để kiểm tra, phát hiện các dấu hiệu hư hỏng tiềm tàng của các cấu kiện;

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Tổng hợp kết quả khảo sát sơ bộ và khảo sát chi tiết

- Kiểm tra chi tiết bằng dụng cụ chuyên dụng: Tập hợp những cấu kiện được coi là nguyên vẹn; phân theo nhóm cấu kiện và vùng bố trí để tiếp tục thực hiện bước kiểm tra bằng dụng cụ chuyên dụng; nội dung và trình tự thực hiện như sau:

Chọn vị trí và vùng kiểm tra.

* Nguyên tắc lựa chọn:

- Vùng kiểm tra được khoan vùng chọn theo kết quả khảo sát sơ bộ.
- Cấu kiện, kết cấu được kiểm tra là cấu kiện, kết cấu được coi là nguyên vẹn.
- Cấu kiện, kết cấu được kiểm tra có vai trò quan trọng trong hệ kết cấu chịu lực của công trình.
- Diện thao tác kiểm định thuận tiện để đạt được kết quả kiểm định có độ chính xác cao nhất.

c. Kết quả kiểm tra (Theo TCXDVN: 239 - 2006):

- Áp dụng công thức: $R_{ht} = \overline{R}_{ht}(1 - t_{\alpha} \times v_{ht})$

Trong đó:

- + R_{ht} : là cường độ bê tông hiện trường của kết cấu, cấu kiện đã kiểm tra;
 - + $\overline{R}_{ht}$: là cường độ bê tông trung bình của các vùng đã kiểm tra;
 - + v_{ht} (v): là hệ số biến dạng cường độ bê tông của các vùng kiểm tra trên kết cấu, cấu kiện (lấy $v = 0,135$ theo TCXDVN: 356 - 2005);
 - + t_{α} : là hệ số phụ thuộc vào số lượng vùng kiểm tra khi thử bằng phương pháp không phá hủy. Giá trị t_{α} lấy theo phụ lục A của TCXDVN: 239 - 2006.
 - Áp dụng điều kiện bền theo (3.3): $R_{ht} \geq 0,9R_{yc}$
- Trong đó: + R_{ht} xác định theo công thức (3.2):
- + $R_{ht} = 0,778 \overline{R}_{ht}$ hoặc theo phân tích số liệu khảo sát

+ R_{yc} : là cường độ bê tông yêu cầu: $0,9 R_{yc} = 0,778 \cdot 0,9 \cdot 300 = 210,06 \text{ daN/cm}^2$.

* Kiểm tra: Cường độ bê tông bằng phương pháp không phá hủy bằng phương pháp thí nghiệm sử dụng kết hợp máy siêu âm bê tông và súng bật nảy bê tông nhằm xác định cường độ chịu nén của bê tông trên cầu kiện bê tông của công trình do không được phép khoan lấy mẫu bê tông làm thí nghiệm nén mẫu.

- Tiêu chuẩn áp dụng:

+ TCVN 9335: 2012 - “ Bê tông nặng - Phương pháp thử không phá hủy- Xác định cường độ chịu nén, sử dụng kết hợp máy đo siêu âm và súng bật nảy”.

- Thiết bị kiểm tra:

+ Máy siêu âm kiểu TICO - Sản xuất tại Thụy Sĩ.

+ Búa thử bê tông C380 - Sản xuất tại Italia.

- Số cầu kiện được kiểm tra: 39 cầu kiện;

+ Phương pháp thí nghiệm siêu âm (như ở công trình nhà làm việc Bưu điện tỉnh Quảng Ninh).

Phương pháp thí nghiệm súng bật nảy (như ở công trình nhà làm việc Bưu điện tỉnh Quảng Ninh).

+ **Cọc: 26 cầu kiện**

Bảng 17: Kết quả khảo sát kết cấu cọc (bước khảo sát chi tiết)

Vị trí	Cường độ bê tông tại các vùng thử	Cường độ bê tông T. bình của các vùng ($\overline{R}_{ht}$)	Hệ số biến động cường độ Bê tông (v)	Hệ số phụ thuộc vào số lượng vùng kiểm tra ($t\alpha$)	Cường độ bê tông hiện trường của cầu kiện (R_{ht}) daN/cm^2
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=[(3).[1-(4)x(5)]]
Cọc ks1	303,5	303,0	0,135	2,92	183,56
	302,5				
Cọc ks2	303,0	302,0	0,135	2,92	182,95
	301,0				
Cọc ks3	294,4	294,0	0,135	2,92	178,1
	293,6				

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Luận văn: Khảo sát một số kết cấu bê tông cốt thép trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh

Cọc ks4	300	300,0	0,135	2,92	181,74
	300				
Cọc ks5	300,7	301,0	0,135	2,92	182,35
	301,3				
Cọc ks6	296,6	295,0	0,135	2,92	178,71
	293,4				
Cọc ks7	300,4	301,0	0,135	2,92	182,35
	301,6				
Cọc ks8	295	296,0	0,135	2,92	179,32
	297				
Cọc ks9	299,8	300,0	0,135	2,92	181,74
	300,2				
Cọc ks10	302,4	302,0	0,135	2,92	182,95
	301,6				
Cọc ks11	292,7	292,0	0,135	2,92	176,89
	291,3				
Cọc ks12	300,0	301,0	0,135	2,92	182,35
	302,0				
Cọc ks13	298,7	298,0	0,135	2,92	180,53
	297,3				
Cọc ks14	300,5	301,0	0,135	2,92	182,35
	301,5				
Cọc ks15	305,0	306,0	0,135	2,92	185,37
	307,0				
Cọc ks16	302,8	302,0	0,135	2,92	182,95
	301,2				
Cọc ks17	297,6	298,0	0,135	2,92	180,53
	298,4				
Cọc ks18	299,0	300,0	0,135	2,92	181,74
	301,0				
Cọc	304,3	303,0	0,135	2,92	183,56

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Luận văn: Khảo sát một số kết cấu bê tông cốt thép trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh

ks19	301,7				
Cọc ks20	302,8	302,0	0,135	2,92	182,95
	301,2				
Cọc ks21	301,6	301,0	0,135	2,92	182,35
	300,4				
Cọc ks22	303,7	304,0	0,135	2,92	184,16
	305,3				
Cọc ks23	293,0	294,0	0,135	2,92	178,1
	295,0				
Cọc ks24	300,6	299	0,135	2,92	281,13
	297,4				
Cọc ks25	301,5	301,0	0,135	2,92	182,35
	300,5				
Cọc ks26	296,4	297,0	0,135	2,92	179,93
	298,6				
Cường độ bê tông hiện trường trung bình ($\overline{R_{ht}}$) của các Cọc được kiểm tra					185,42

Cường độ yêu cầu bê tông Cọc M300 là:

$$R_{yc} = 0,778 \cdot 300 = 233,4 \text{ daN/cm}^2, 0,9R_{yc} = 0,9 \cdot 233,3 = 210,06 \text{ daN/cm}^2$$

Vậy: $R_{ht} = 185,72 \text{ daN/cm}^2$ nhỏ hơn cường độ yêu cầu bê tông M300 là $210,06 \text{ daN/cm}^2$. Vậy không đạt yêu cầu theo điều kiện bền (3.3).

+ Dầm: 23 cấu kiện

Bảng 18: Kết quả khảo sát kết cấu dầm (bước khảo sát chi tiết)

Vị trí	Cường độ bê tông tại các vùng thử	Cường độ bê tông T. bình của các vùng ($\overline{R_{ht}}$)	Hệ số biến động cường độ Bê tông (v)	Hệ số phụ thuộc vào số lượng vùng kiểm tra ($t\alpha$)	Cường độ bê tông hiện trường của cấu kiện (R_{ht}) daN/cm ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=[(3).[1-(4)x(5)]
D. dọc giữa c. cảng	302,0	303	0,135	2,35	206,95
	306,0				
	301,0				
D. dọc phải c.	304,0	299,33	0,135	2,35	204,45
	294,0				

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Luận văn: Khảo sát một số kết cấu bê tông cốt thép trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh

cảng	300,0				
D. dọc trái c. cảng	303,0	300	0,135	2,35	204,9
	305,0				
	292,0				
D. dọc phải c. dẫn	301,0	301,67	0,135	2,35	205,96
	304,0				
	300,0				
Dầm dọc trái c. dẫn	299,0	300,67	0,135	2,35	205,28
	302,0				
	301,0				
D. ngang ks1	301,0	301,0	0,135	2,92	182,35
	301,0				
D. ngang ks2	299,5	300,0	0,135	2,92	181,74
	300,5				
D. ngang ks3	299,3	299,0	0,135	2,92	181,13
	298,7				
D. ngang ks4	304,0	303	0,135	2,92	183,56
	302,0				
D. ngang ks5	301,8	301,0	0,135	2,92	182,35
	300,2				
D. ngang ks6	304,0	304,0	0,135	2,92	184,16
	304,0				
D. ngang ks7	296,3	297,0	0,135	2,92	179,93
	297,7				
D. ngang ks8	299,0	299,0	0,135	2,92	181,13
	299,0				
D. ngang ks9	300,2	301,0	0,135	2,92	182,35
	301,8				
D.	303,0	304,0	0,135	2,92	184,16

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Luận văn: Khảo sát một số kết cấu bê tông cốt thép trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh

ngang ks10	305,0				
D. ngang ks11	296,9	297,0	0,135	2,92	179,93
	297,1				
D. ngang ks12	299,0	300,0	0,135	2,92	181,74
	301,0				
D. ngang ks13	302,4	303,0	0,135	2,92	183,56
	303,6				
D. ngang ks14	298,7	298,0	0,135	2,92	180,53
	297,3				
D. ngang ks15	300,4	301,0	0,135	2,92	182,35
	301,6				
D. ngang ks16	303,2	304,0	0,135	2,92	184,16
	304,8				
D. ngang ks17	301,5	302,0	0,135	2,92	182,95
	302,5				
D. ngang ks18	296	296,5	0,135	2,92	179,62
	297				
Cường độ bê tông hiện trường trung bình ($\overline{R}_{ht}$) của các Dầm được kiểm tra					187,18

Cường độ yêu cầu bê tông Dầm M300 là:

$$R_{yc} = 0,778 \cdot 300 = 233,4 \text{ daN/cm}^2, 0,9R_{yc} = 0,9 \cdot 233,3 = 210,06 \text{ daN/cm}^2$$

Vậy: $R_{ht} = 187,18 \text{ daN/cm}^2$ nhỏ hơn cường độ yêu cầu bê tông M300 là $210,06 \text{ daN/cm}^2$. Vậy không đạt yêu cầu theo điều kiện bền (3.3).

+ Sàn bền: 10 vị trí cấu kiện

Bảng 19: Kết quả khảo sát kết cấu sàn bền (bước khảo sát chi tiết)

Vị trí	Cường độ bê tông tại các vùng thử	Cường độ bê tông T. bình của các vùng (R_{ht})	Hệ số biến động cường độ Bê tông (v)	Hệ số phụ thuộc vào số lượng vùng kiểm tra (α)	Cường độ bê tông hiện trường của cấu kiện (R_{ht}) daN/cm ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=[(3).[1-(4)x(5)]

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

Luận văn: Khảo sát một số kết cấu bê tông cốt thép trong nhà và công trình đã và đang chịu ảnh hưởng của môi trường biển vùng Quảng Ninh

Cầu cảng đoạn ngoài	304,0	300,67	0,135	2,35	205,28
	301,0				
	297,0				
Cầu cảng đoạn trong	300,0	298,67	0,135	2,35	203,92
	303,0				
	293,0				
Cầu dẫn đoạn ngoài	303,5	301,25	0,135	2,13	214,63
	299,0				
	302,5				
	300,0				
Cầu dẫn đoạn trong	302	300	0,135	2,13	213,74
	298,5				
	296,0				
	303,5				
Cường độ bê tông hiện trường trung bình ($\overline{R}_{ht}$) của các cấu kiện Sàn bến được kiểm tra					209,39

Cường độ yêu cầu bê tông Sàn bến M300 là:

$$R_{yc} = 0,778 \cdot 300 = 233,4 \text{ daN/cm}^2, 0,9R_{yc} = 0,9 \cdot 233,3 = 210,06 \text{ daN/cm}^2$$

Vậy: $R_{ht} = 209,39 \text{ daN/cm}^2$ nhỏ hơn cường độ yêu cầu bê tông M300 là $210,06 \text{ daN/cm}^2$. Vậy không đạt yêu cầu theo điều kiện bền (3.3).

Tóm lại cường độ hiện trường của bê tông trong các cấu kiện thuộc móng, kết cấu chịu lực của công trình Bưu điện cơ bản thỏa mãn yêu cầu (phần sàn hơi thiếu so với yêu cầu), còn các kết cấu công trình cầu Cảng Cô Tô đều không đạt cường độ yêu cầu theo điều kiện bền (3.3) với mức giảm trung bình 10% so với yêu cầu thiết kế.

d. Nhận xét chung:

Trong giới hạn về thời gian khảo sát, phương pháp thí nghiệm khảo sát, theo kết quả khảo sát có thể đánh giá tổng thể: Cầu cảng Cô Tô về cơ bản vẫn có thể sử dụng, tuy nhiên đang bị ăn mòn và bị phá hủy, đặc biệt ở một số vị trí đã bị ăn mòn bê tông tới mức lộ cốt thép ra ngoài hoặc cột bị gãy (đặc biệt ở hệ cột chống).

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

- Ở các vị trí bê tông đã bị nứt, vỡ làm lộ cốt thép ra ngoài, bê tông bị ăn mòn và bị phá hủy với tốc độ nhanh hơn các vị trí khác (bề mặt bê tông có hiện tượng xốp - dùng búa có đầu mũi nhỏ gõ nhẹ vào đã bị vỡ dạng mảnh mỏng).

- Ngoài những cấu kiện mà khi quan sát bằng mắt thường đã phát hiện được những hư hỏng. Khi kiểm tra xác suất trên một số cấu kiện được đánh giá là toàn vẹn trong bước đánh giá sơ bộ, kết quả kiểm tra đã cho thấy các cấu kiện này bắt đầu có hiện tượng giảm chất lượng.

- Do đây mới là một số kết quả khảo sát sơ bộ (chủ yếu mới đánh giá được chất lượng bê tông, còn cốt thép chỉ đánh giá bằng trực quan ở những vị trí bê tông vỡ, nứt làm lộ cốt thép ra ngoài), mang tính khái quát lên độ chính xác chưa cao, nếu cần kết quả rõ ràng chi tiết, cần tiến hành khảo sát tổng thể, chi tiết toàn bộ công trình, từ đó đề xuất các giải pháp cải tạo, sửa chữa, khắc phục, kiểm soát được sự hư hỏng, mức độ phá hoại của các kết cấu theo thời gian.

- Tạm thời cần có biện pháp bảo vệ cốt thép ở các vị trí đã bị nứt, vỡ bê tông làm lộ cốt thép; làm hệ thống chống va cho tàu thuyền khi cập bến để giảm lực xung kích tức thời khi tàu thuyền cập bến sẽ va trạm trực tiếp với thành bến BTCT nếu người vận hành tàu không có ý thức hoặc không đệm chống va.

Hiện tượng ăn mòn và phá hủy kết cấu BTCT chủ yếu xảy ra đối với Kết cấu nằm ở vùng nước biển lên xuống, sóng táp; Bề mặt bị ẩm ướt do chịu ảnh hưởng thường xuyên của độ ẩm không khí, Bề mặt bị ánh nắng mặt trời chiếu sáng thường xuyên; Bề mặt bị sinh vật biển bám dính (chủ yếu ở hệ cọc chống và bậc lên xuống tàu, bề mặt trên và đáy của bản sàn cầu dẫn). Hiện tượng ăn mòn và phá hủy phổ biến là: trên bề mặt lớp bê tông bảo vệ thường xuất hiện các vết nứt bề rộng trung bình 5 - 15 mm chạy dọc theo các thanh cốt thép. Với kết cấu dạng bản, sàn thường bị bong tách từng mảng lớn lớp bê tông bảo vệ (đặc biệt ở mặt đáy của sàn bến), cốt thép lộ ra ngoài, bị gỉ rất nặng và phát triển rất nhanh.

3.2.3. Nguyên nhân làm công trình bị xâm thực, xuống cấp và các giải pháp khắc phục

Từ các kết quả khảo sát nêu trên nhận thấy các hiện tượng hư hỏng công trình có thể do các nguyên nhân sau gây nên:

a. Nguyên nhân chủ quan: cả hai công trình đều được xây dựng trước khi có quy định về bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường nước biển cho kết cấu bê tông và BTCT (Công trình Nhà làm việc Bưu điện tỉnh Quảng Ninh được xây dựng, đưa vào sử dụng năm 1986; Công trình Cảng Cô Tô được xây dựng từ những năm 1996 -1998, đến năm 2005, Bộ Xây dựng mới ban hành tiêu chuẩn TCXDVN327:2004 về yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường nước biển cho kết cấu bê tông và BTCT vào áp dụng). Thời điểm xây dựng Công trình, nói chung trình độ, công nghệ kỹ thuật thi công - giám sát, kiểm tra chất lượng, nguồn cung ứng và chất lượng vật tư, vật liệu còn nhiều hạn chế; Công trình Cảng Cô Tô còn phải thi công ngoài đảo xa, phương tiện đi lại còn khó khăn nên công tác vận chuyển, bảo quản vật tư, vật liệu có thể chưa được theo quy định, góp phần làm giảm chất lượng công trình.

b. Nguyên nhân khách quan: Bên cạnh nguyên nhân chủ quan, từ kết quả khảo sát ta thấy nguyên nhân chính làm hư hỏng, giảm chất lượng kết cấu, ảnh hưởng tới khả năng làm việc của Công trình không phải do kết cấu bị làm việc quá tải và môi trường tác động của cơ học bên ngoài (va chạm, đục phá, sửa chữa...) là rất ít (Công trình Bưu điện chủ yếu là văn phòng làm việc hành chính, Công trình Cô Tô chủ yếu chỉ có tàu thuyền tải trọng nhỏ ra vào) mà chủ yếu do các nguyên nhân ảnh hưởng bởi môi trường xâm thực làm công trình bị xuống cấp như sau:

+ Nguyên nhân thứ nhất: Kết cấu BTCT bị xâm thực do bê tông được cấu tạo từ cát - đá - xi măng Pooc lăng, nên trong thành phần của xi măng Pooc lăng có một hàm lượng nhất định vôi tự do Ca(OH)_2 , vôi tự do bị cacbonnat hóa sẽ làm giảm độ pH của bê tông, hủy hoại tính bảo vệ cốt thép của các chất kiềm trong bê tông, dần dần gây han gỉ cốt thép, các gỉ sắt gây trương nở, nứt vỡ lớp bê tông bảo vệ;

+ Nguyên nhân thứ hai: Quá trình thẩm ion Cl^- trong nước biển và khí quyển biển thẩm thấu vào bê tông gây hiện tượng ăn mòn và phá huỷ cốt thép;

+ Nguyên nhân thứ ba: Quá trình thẩm ion SO_4^{2-} vào bê tông, tương tác với các sản phẩm thủy hoá của đá xi măng tạo ra khoáng ettringit trương nở thể tích gây phá huỷ kết cấu (ăn mòn sunfat).;

+ Nguyên nhân thứ tư: Cấu trúc của bê tông cũng làm cho nó bị xâm thực theo thời gian, do một vài thành phần của bê tông dễ hòa tan sẽ tạo nên những lỗ rỗng nhỏ trong bê tông. Theo thời gian khí ẩm và khí xâm thực (khí axit) từ biển theo gió bay hơi xâm thực dần vào trong bê tông gây phá huỷ kết cấu bê tông;

+ Nguyên nhân thứ năm: Ngoài các nguyên nhân chính nêu trên, các kết cấu BTCT của Công trình còn bị phá huỷ do bê tông bị điện phân; hệ thống thoát nước mái của Công trình bị rác, mùn bẩn gây tắc tạo môi trường cho rong rêu mốc phát triển và gây mục bê tông; bê tông bị biến dạng vì nhiệt, độ ẩm; sóng va đập, dòng chảy làm bào mòn bê tông, sinh vật biển xâm thực ăn mòn bê tông.

c. Đề xuất một số giải pháp cải tạo, sửa chữa, gia cường Công trình:

* Công trình Nhà làm việc Bưu điện tỉnh Quảng Ninh: Theo kết quả khảo sát, kiểm định *Công trình được đánh giá cấp B (Sử dụng bình thường, cần sửa chữa những cấu kiện nguy hiểm)* và các nguyên nhân chủ yếu được chỉ ra là một số cấu kiện, kết cấu bị hư hỏng do môi trường xâm thực. Vì vậy giải pháp xử lý căn bản là ngăn chặn sự xâm thực tiếp tục của môi trường để cho các cấu kiện, kết cấu không tiếp tục bị hư hỏng thêm, đồng thời khôi phục khả năng chịu lực của kết cấu, có thể sử dụng các phương pháp cơ bản như sau:

- Phần mái và các vị trí quanh chỗ thoát nước phải luôn luôn được dọn sạch, tránh để cho mùn đất, nước ứ đọng, vì sinh vật nấm mốc phát triển, gây mục bê tông bề mặt bê tông, thẩm nước vào trong kết cấu bê tông.

- Các phương pháp sửa chữa: mục đích chủ yếu là ngăn cho các cấu kiện, kết cấu không tiếp tục bị hư hỏng thêm, đồng thời khôi phục một phần khả năng chịu lực của kết cấu BTCT, gồm có:

+ Phương pháp bơm xi măng giã nhỏ vào vết nứt;

- + Phương pháp bơm Bitum hoặc keo Epoxy vào vết nứt;
- + Phương pháp bổ sung cốt thép;
- + Phương pháp bơm Polime vào vết nứt;
- + Phương pháp đóng đinh ghim vết nứt;
- + Phương pháp phủ và xử lý bề mặt;
- + Phương pháp che phủ (lợp mái);
- + Phương pháp phủ bê tông.

- Các phương pháp gia cố: mục đích là khôi phục khả năng chịu lực và nâng cao khả năng làm việc của kết cấu BTCT, gồm có:

- + Phương pháp thay thế;
- + Phương pháp phủ bê tông;
- + Phương pháp đổ bù bê tông;
- + Phương pháp tăng cường thêm dầm;
- + Phương pháp tăng cường trụ phụ cho dầm;
- + Phương pháp dán bản thép;
- + Phương pháp dán tấm FRP;
- + Phương pháp bổ sung cốt thép;
- + Phương pháp phun bê tông.

* Công trình cảng Cô Tô: Theo kết quả khảo sát công trình vẫn có thể tạm thời sử dụng, một số cấu kiện, kết cấu bị hư hỏng chủ yếu do môi trường biển xâm thực và bị tác dụng của tải trọng xung kích do tàu thuyền va trạm khi cập bến. Vì vậy giải pháp xử lý căn bản là ngăn chặn sự xâm thực tiếp tục của môi trường để cho các cấu kiện, kết cấu không tiếp tục bị hư hỏng thêm, đồng thời khôi phục khả năng chịu lực của kết cấu, có thể sử dụng các phương pháp cơ bản như sau:

- Bề mặt bên, cầu dẫn luôn luôn thông thoáng, sạch sẽ, thoát nước tốt, tránh bị đọng nước; nắp đặt hệ thông chống va hai bên mạn bên và cầu dẫn; cạo bỏ lớp sinh vật biển bám dính vào kết cấu.

- Phần bê tông trên mặt nước bị xứt mẻ, nứt vỡ trên mặt nước: đục bỏ lớp bê tông bị hư hỏng, vệ sinh sạch bề mặt, tẩy gỉ cốt thép, với những chỗ chiều dày bê tông mỏng $\leq 3\text{cm}$ sẽ trát vữa xi măng mác cao vào bê tông; với những vị trí bê tông, cốt thép bị hỏng nặng có thể áp dụng:

- + Phương pháp bơm xi măng giãn nở vào vết nứt;
- + Phương pháp bơm Bitum hoặc keo Epoxy vào vết nứt;
- + Phương pháp bổ sung cốt thép, đổ bù bê tông;
- + Phương pháp bơm Polime vào vết nứt;
- + Phương pháp phủ bê tông.

- Ở phần bê tông có mực nước thay đổi bị ảnh hưởng nhiều nhất: ban đầu tiến hành sửa chữa như với phần bê tông trên mặt nước bằng một trong các phương pháp như trên. Sau đó có thể quét phủ lên bề mặt bê tông lớp màng Bitum và phun phủ lớp bê tông bảo vệ màng Bitum khỏi bị ăn mòn và hòa tan trong nước.

- Ở phần bê tông ngập nước: có thể dùng thợ lặn vệ sinh, đục cạo bỏ chỗ bê tông bị hư hỏng, lắp đặt cốt thép, cốp pha, đổ bù bê tông bằng phương pháp phun bê tông bằng ống dẫn và rút ống lên dần (đổ bê tông vừa dâng bằng ống tremie).

* Yêu cầu về quản lý chất lượng kết cấu công trình, công trình trong thiết kế, thi công, nghiệm thu, bảo trì và sử dụng:

- Đối với các công trình xây dựng mới:

+ Trong quá trình thiết kế: Tuân thủ đúng các tiêu chuẩn Việt Nam về bảo vệ kết cấu bê tông và BTCT và nghiên cứu đề xuất sử dụng một số tiêu chuẩn nước ngoài phù hợp với điều kiện tự nhiên, kinh tế, kỹ thuật của nước ta và tính chất của công trình; Bê tông dùng xi măng bèn sunphát có hàm lượng C3A, C3S thấp, sử dụng phụ gia làm đặc chắc cấu trúc bê tông, giảm hàm lượng Ca(OH)_2

trong bê tông, ức chế ăn mòn làm giảm gradient nồng độ ion xâm thực của môi trường so với bê tông nâng cao khả năng chống thấm cho BT, nâng cao cường độ, khả năng chịu kéo, khả năng chịu mài mòn, va đập cho bê tông; Cốt thép sử dụng các loại thép đặc biệt, cường độ cao, dự ứng lực, thép thời tiết...

+ Trong quá trình thi công, nghiệm thu: Tuân thủ đúng yêu cầu thiết kế, quy trình kỹ thuật của đồ án thiết kế và biện pháp thi công đã được phê duyệt về: Công tác cốt pha; Công tác cốt thép; Công tác trộn, đổ, đầm bê tông, bảo dưỡng bê tông; Công tác gia công lắp đặt cốt thép; Bảo quản vật liệu đúng quy chuẩn (xi măng, phụ gia, cốt thép...).

- Đối với các công trình đang sử dụng: Cần xây dựng quy trình kỹ thuật về kiểm tra, bảo bảo dưỡng chặt chẽ, đúng yêu cầu kỹ thuật, hợp lý; Khi sửa chữa các công trình BT, BTCT đã bị thấm, nứt, xâm thực cần khảo sát kỹ lưỡng để chỉ ra nguyên nhân gây hư hỏng, thiết kế chi tiết, sử dụng các nhà thầu chuyên nghiệp, áp dụng các biện pháp sửa chữa đặc biệt, công nghệ cao.

3.3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

3.3.1. Kết luận

Qua phân tích, khảo sát và đánh giá ở hai Công trình mang tính chất tiêu biểu, đặc thù trong Luận văn với khuôn khổ đề tài không sử dụng các biện pháp thí nghiệm phá hoại mẫu thử và không tiến hành thực nghiệm quan trắc tại công trình để có thể kiểm chứng kết quả thí nghiệm khảo sát, tuy nhiên luận văn đã đạt được các kết quả sau:

a. Bước đầu chỉ ra được những hiện tượng ảnh hưởng của môi trường biển tới kết cấu BTCT trong nhà và công trình của những công trình nằm ở các vùng hoàn toàn ngập nước; vùng nước lên xuống và sóng đánh; vùng khí quyển trên biển và ven biển vùng Quảng Ninh;

b. Công trình Cảng Cô Tô được khai thác trong môi trường xâm thực mạnh hơn công trình nhà Bưu điện nên cường độ bê tông bị giảm trung bình 10% so với thiết kế. Tuy không có số đo biến dạng, uốn nứt nhưng cả hai công trình đều có những kết cấu bị hư hỏng nghiêm trọng do nứt, võng, nghiêng nên cần phải có những biện pháp gia cố, sửa chữa kịp thời;

c. Đề xuất trình tự, phương pháp khảo sát lấy mẫu thí nghiệm và đánh giá khả năng chịu lực của từng cấu kiện, kết cấu công trình và tình trạng hư hỏng của toàn bộ phận nhà và công trình chịu tác động môi trường biển nói chung và biển Quảng ninh nói riêng;

d. Đề xuất các giải pháp phòng ngừa và bảo vệ kết cấu BTCT và công trình BTCT có tính chất định hướng trong công tác thiết kế, thi công, sử dụng và duy tu, sửa chữa;

e. Giải pháp tăng độ bền chống ăn mòn, như: Thay đổi thành phần khoáng vật xi măng; Biến đổi các sản phẩm thủy hóa của xi măng; Tăng độ đặc cấu trúc bê tông; Ngăn cách bê tông với môi trường gây ăn mòn;

f. Giải pháp tăng độ bền chống mài mòn: Tăng độ đặc và độ cứng cho kết cấu bê tông (tăng cường độ bê tông).

3.3.2. Kiến nghị

Mặc dù các giải pháp chủ yếu chống xâm thực cho kết cấu bê tông và kết cấu BTCT trong môi trường biển đã được cụ thể hoá trong TCVN 9346:2012 - Kết cấu bê tông và BTCT - Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển nhưng việc thực hiện cần hết sức nghiêm túc. Trong quá trình thiết kế công trình, cần phải lựa chọn giải pháp thiết kế hợp lý đảm bảo chỉ tiêu về kinh tế kỹ thuật, đồng thời thuận lợi cho việc kiểm soát chất lượng, bảo trì bảo dưỡng công trình nhằm đảm bảo tuổi thọ công trình; Thi công là bước rất quan trọng để đảm bảo chất lượng công trình, do vậy phải tuân thủ nghiêm ngặt các qui phạm thi công, nghiệm thu và giám sát chất lượng công trình đã ban hành; Trong quá trình quản lý sử dụng phải đảm bảo công trình được sử dụng đúng mục đích, công năng theo yêu cầu thiết kế, định kỳ kiểm tra, khảo sát kiểm định chất lượng công trình; Duy tu bảo dưỡng công trình cần áp dụng các kỹ thuật công nghệ mới, hiện đại nhằm khắc phục tốt nhất các nguy cơ gây ăn mòn kết cấu do môi trường xâm thực biển gây ra.

Việt Nam có bờ biển dài hơn 3200 km với hàng nghìn công trình BTCT và bê tông đã và đang được xây dựng phục vụ công cuộc xây dựng và bảo vệ Tổ quốc, cùng đặc thù khí hậu nóng, ẩm, mưa bão nhiều thì tốc độ và mức độ bị ăn mòn của kết cấu, công trình bê tông và BTCT sẽ nhanh hơn, tuổi thọ công trình

sẽ giảm đi đáng kể, vì vậy cần thiết phải xây dựng một chiến lược có tính lâu dài cho việc chống xâm thực cho kết cấu BTCT và bê tông trong vùng biển nước ta từ công tác thiết kế, thi công, quản lý sử dụng và duy tu bảo dưỡng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đồng Kim Hạnh, Dương Thị Thanh Hiền. Tình trạng ăn mòn BTCT và giải pháp chống ăn mòn cho công trình BTCT trong môi trường biển Việt Nam, đăng trên website <http://vncold.vn/> của Hội Đập lớn và phát triển nguồn nước Việt Nam ngày 15/3/2014;
- [2] Võ Bá Tầm, Giáo trình Kết cấu BTCT - Nhà xuất bản Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, 2012;
- [3] Ngô Thế Phong và nhóm tác giả. Kết cấu BTCT - Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2004;
- [4] TCVN 5574:2012, Kết cấu bê tông và BTCT - Tiêu chuẩn thiết kế;
- [5] TCVN 9346:2012, Kết cấu bê tông và BTCT - Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển;
- [6] Đinh Anh Tuấn, Nguyễn Mạnh Trường. Thực trạng ăn mòn và phá hủy các công trình BTCT bảo vệ bờ biển nước ta đăng trên website <http://vawr.org.vn/> của Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 08/2010;
- [7] Lê Thanh Huân, Sự cố công trình xây dựng, 2007;
- [8] Nguyễn Mạnh Phát, Lý thuyết ăn mòn bê tông - Nhà xuất bản Xây dựng, 2007;
- [9] Bài viết “Sự ăn mòn Kết cấu BTCT, nguyên nhân và cách phòng tránh” đăng trên website <http://vatlieuxaydung.org.vn/> Thông tin vật liệu xây dựng ngày 08/8/2014;
- [10] Võ Văn Thảo. Phương pháp khảo sát - nghiên cứu thực nghiệm công trình, 2001;
- [11] TCVN 9381:2012, Hướng dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà;
- [12] Hồ sơ kiểm định công trình: Nhà làm việc Bưu điện tỉnh Quảng Ninh của Công ty Cổ phần Tư vấn và Kiểm định Xây dựng Hạ Long, 2016;
- [13] TCVN 9335: 2012, Bê tông nặng - Phương pháp thử không phá hủy - Xác định cường độ chịu nén, sử dụng kết hợp máy đo siêu âm và súng bật nảy;

Giáo viên hướng dẫn: PGS - TS. Lê Thanh Huân

Học viên: Phạm Đình Phú - Lớp Cao học khóa II ngành Kỹ thuật Xây dựng Công trình DD và CN - Trường Đại học dân lập Hải Phòng

[14] TCXDVN 239: 2006 Bê tông nặng - Chỉ dẫn đánh giá cường độ trên kết cấu công trình;

[15] TCXDVN 356: 2005, Kết cấu bê tông và BTCT - Tiêu chuẩn thiết kế;

[16] TCVN 9356: 2012, Bê tông nặng - Phương pháp điện từ xác định chiều dày lớp bê tông bảo vệ, vị trí và đường kính cốt thép trong bê tông;

[17] TCVN 9348: 2012, BTCT - Kiểm tra khả năng cốt thép bị ăn mòn - Phương pháp điện thế;

[18] TCVN 4116-1985, Thiết kế KCBTCT công trình thủy công;

[19] Trần Việt Liên. Báo cáo tổng kết đề mục "Ăn mòn khí quyển đối với bê tông và BTCT vùng ven biển Việt Nam". Viện Khí tượng Thủy văn. Hà Nội, 1996;

[20] Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước mã số KHCN. 03. 06 "Nghiên cứu bảo vệ Catốt cho cốt thép trong bê tông của các công trình biển" - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 1998;

[21] Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp Nhà nước mã số 40-94ĐTĐL "Nghiên cứu các điều kiện kỹ thuật đảm bảo độ bền lâu cho kết cấu bê tông và BTCT xây dựng ở vùng ven biển Việt Nam"- Viện Khoa Công nghệ Xây dựng, 1999;

[22] Lê Văn Kiểm. Hư hỏng, sửa chữa, gia cường công trình - Nhà xuất bản Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, 2004;

[23] Đào Ngọc Thế Vinh, Peter Dux, Alan Carse. Ăn mòn cốt thép trong kết cấu bê tông vùng biển – Nguyên nhân và biện pháp khắc phục. Hội nghị khoa học toàn quốc lần 3 về sự cố và hư hỏng công trình xây dựng. Viện KHCN XD, 11/2005.

[24] Vũ Ngọc Anh. Ăn mòn cốt thép và ảnh hưởng của nó tới ứng xử của dầm BTCT, 2012;

[25] Lê Hoàng Hà, Đặng Vũ Tuấn. Thiết kế và thi công các công trình cầu trong môi trường biển ở Việt Nam, 2013.