

TÌNH TRẠNG ĂN MÒN BÊ TÔNG CỐT THÉP VÀ GIẢI PHÁP CHỐNG ĂN MÒN CHO CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG CỐT THÉP TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN VIỆT NAM

TS. Đồng Kim Hạnh

ThS. Dương Thị Thanh Hiền

Bộ môn Công nghệ & QLXD, ĐHTL

Tóm tắt: Ăn mòn cốt thép là nguyên nhân phổ biến làm hư hỏng kết cấu BTCT trong môi trường biển. Bài viết tóm tắt những nghiên cứu về nguyên nhân, thực trạng ăn mòn và phá huỷ BTCT dưới tác động của nước biển. Trên cơ sở những kết quả đó bài viết đề xuất một số biện pháp sửa chữa nhằm nâng cao độ bền cho công trình BTCT trong vùng biển Việt Nam.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong môi trường xâm thực vùng biển, hiện tượng ăn mòn cốt thép và bê tông dẫn đến làm nứt vỡ và phá huỷ kết cấu bê tông và BTCT, làm bê tông bị hư hỏng sớm, không đảm bảo tuổi thọ công trình. Độ bền thực tế của kết cấu BTCT phụ thuộc vào mức độ xâm thực của môi trường và chất lượng vật liệu sử dụng (cường độ bê tông, mác chống thấm, khả năng chống ăn mòn, chủng loại xi măng, phụ gia, loại cốt thép, chất lượng thiết kế, thi công và biện pháp quản lý, sử dụng công trình...). Quan điểm chung về chống ăn mòn cho kết cấu bê tông & BTCT là: bảo vệ bê tông, lấy bê tông bảo vệ cốt thép. Vì vậy cần thiết phải làm rõ thực trạng và tìm các giải pháp bảo vệ chống ăn mòn cho kết cấu bê tông cốt thép phù hợp với điều kiện đặc thù Việt Nam.

II. TÌNH TRẠNG ĂN MÒN BÊ TÔNG CỐT THÉP Ở VÙNG BIỂN VIỆT NAM

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 thuỷ 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 đề quan tâm. Thực tế có hơn 50% bộ phận kết cấu bê tông và BTCT bị ăn mòn, hư hỏng nặng hoặc bị phá huỷ chỉ sau từ 10-30 năm sử dụng. 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.

Tác động xâm thực của môi trường biển tới độ bền công trình bê tông và BTCT chủ yếu do các quá trình sau:

- Quá trình cacbonát hoá làm giảm nồng độ pH của bê tông theo thời gian, làm vỡ màng thụ động có tác dụng bảo vệ cốt thép, đẩy nhanh quá trình ăn mòn cốt thép dẫn đến phá huỷ kết cấu.

- Quá trình thẩm ion SO_4^{2-} vào bê tông, tương tác với các sản phẩm thuỷ hoá của xi măng tạo ra khoáng Ettringit trương nở thể tích gây phá huỷ kết cấu (Ăn mòn sunfát)

- Quá trình khuếch tán oxy, ion Cl và hơi ẩm vào bê tông trong điều kiện nhiệt độ không khí cao

- Quá trình ăn mòn vi sinh vật, ăn mòn cơ học do sóng, ăn mòn rửa trôi.

Căn cứ theo tính chất xâm thực và mức độ tác động của môi trường biển lên kết cấu bê tông và BTCT có thể phân làm ba vùng như sau:

- Vùng hoàn toàn ngập nước

- Vùng nước lên xuống và sóng đánh
 - Vùng khí quyển trên biển và ven biển, gồm các tiểu vùng :
 - . Sắt mép nước: 0- 0,25km
 - . Ven bờ: 0,25 - 1km
 - . Gần bờ: 1- 20km
- Có thể phân loại mức độ xâm thực tại các vùng như bảng 2.1

Bảng 2.1 Mức độ xâm thực tại các vùng

TT	Môi trường	Mức độ xâm thực của môi trường đối với kết cấu	
		Bê tông	Bê tông cốt thép
1	Vùng khí quyển gần bờ	-	trung bình
2	Vùng ven bờ	nhẹ	mạnh
3	Vùng sát mép nước	trung bình	mạnh
4	Vùng nước lên xuống và sóng đánh	mạnh	rất mạnh
5	Vùng ngập nước biển	mạnh	mạnh

2.1 Vùng hoàn toàn ngập nước

Theo tài liệu “Ăn mòn khí quyển đối với bê tông và BTCT vùng ven biển Việt Nam” của Viện khí tượng thì nước biển Việt Nam có thành phần hoá học, độ mặn và tính xâm

thực tương đương với các vùng biển khác trên thế giới. Riêng vùng gần bờ, do ảnh hưởng của các sông chảy ra biển nên khác chút ít. Kết quả phân tích như trong bảng 2.2 [1,2]

Bảng 2.2 Thành phần nước biển Việt Nam và thế giới

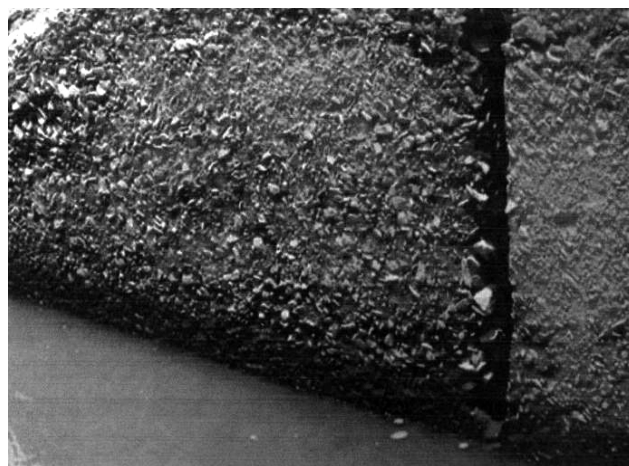
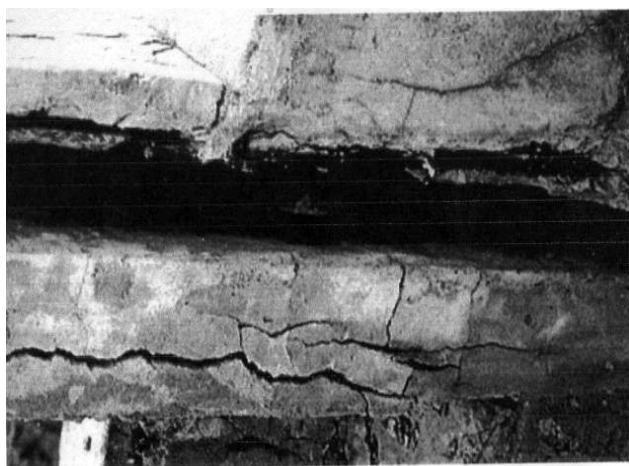
Chỉ tiêu	Đơn vị	Vùng biển Hòn Gai	Vùng biển Hải Phòng	Biển Bắc Mỹ	Biển Bantíc
pH	-	7,8 - 8,4	7,5 - 8,3	7,5	8,0
Cl-	g/l	6,5 - 18,0	9,0 - 18,0	18,0	19,0
Na+	g/l	-	-	12,0	10,5
SO ₄ ²⁻	g/l	1,4 - 2,5	0,002 - 2,2	2,6	2,6
Mg ²⁺	g/l	0,2 - 1,2	0,002 - 1,1	1,4	1,3

Các công trình bê tông và BTCT trong các vùng biển này chịu tác động của nước biển với lượng muối hoà tan khá lớn, hàm lượng SO₄²⁻ vượt quá tiêu chuẩn. Hiện tượng ăn mòn hoá lý sẽ xảy ra, các ion SO₄²⁻ sẽ phản ứng với

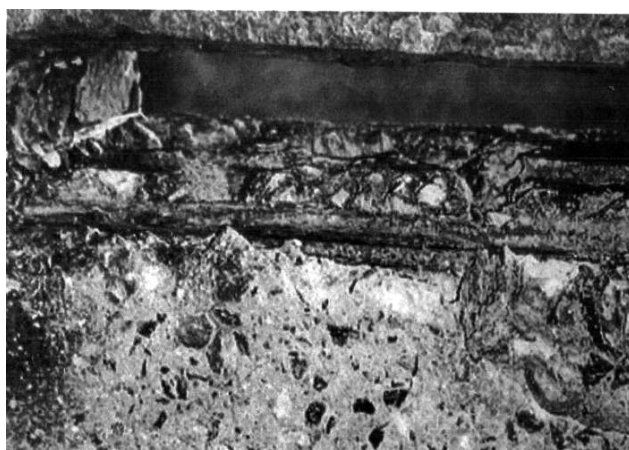
các sản phẩm hydrat hóa bê tông tạo ra hợp chất khó hoà tan. Khi nồng độ SO₄²⁻ lớn sẽ tạo ra muối CaSO₄.2H₂O. Sản phẩm tạo ra có thể tích gấp 2,86 lần gây ứng suất phá vỡ bê tông [1].

Bảng 2.3 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



Hình 2.1 | n mĩn b^a t«ng c«ng Vụm Sầu - Bến Tre



Hình 2.2 | n mĩn b^a t«ng c«ng A1 - TP Hải Phòng

2.2 Vùng nước lên xuống và sóng đánh

Cùng với quá trình ăn mòn hoá học, điện hoá thì trên bề mặt các kết cấu bê tông và BTCT còn bị bào mòn cơ học do áp lực sóng, đặc biệt là sóng có cường độ mạnh do gió bão gây ra. Trên bề mặt kết cấu, quá trình khô ướt xảy ra thường xuyên làm tăng nhanh quá trình tích tụ ion Cl^- , O^{2-} . Nước biển cũng thâm nhập vào bê tông thông qua quá trình khuếch tán và lực hút mao quản. Khảo sát kết cấu bên trong công trình khi

đục kiểm tra tại các vết nứt thấy cốt thép bị gỉ rất nặng, mặt cắt ngang cốt thép có thể giảm từ 40% đến 60%, cốt thép đai nằm bên ngoài thường bị gỉ nặng hơn và đứt nhiều. Kiểm tra điện thế ăn mòn bằng máy đo điện thế CANIN thì thấy: điện thế đạt -900 mV, chứng tỏ cốt thép bị ăn mòn rất mạnh. Khi sử dụng phương pháp điện cực so sánh Ag/AgCl. Kết quả đo đạc được đánh giá dựa vào tiêu chuẩn ASTM C 876 và giản đồ E-pH của hệ Fe-H₂O như bảng 2.4 [2]:

Bảng 2.4 Kết quả đo đạc điện thế ăn mòn cốt thép và khả năng ăn mòn tại các công trình

Công trình	Điện thế so với điện thế Ag/AgCl	Khả năng ăn mòn cốt thép	Phương pháp đánh giá
Cảng Tiên Sa	-436 đến -516	≥ 95%	ASTM C876
Cảng Thuận Phước	-409 đến -450	≥ 90%	ASTM C876
Cảng Liên Chiểu	-320 đến -460	≥ 90%	ASTM C876
Cảng Nguyễn Văn Trỗi	-306 đến -325	≥ 90%	Giản đồ E-pH hệ Fe-H ₂ O

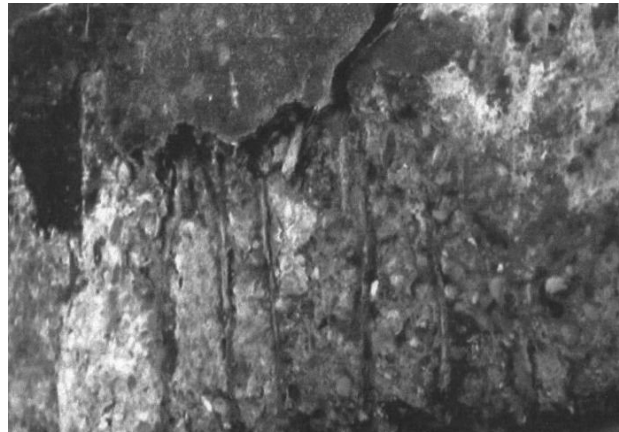
Khi kiểm tra thành phần hoá học của bê tông theo chiều từ ngoài vào trong thì thấy: tại vị trí xuất hiện vết nứt, cách mép vết nứt từ 15-20 cm, miền bê tông cận cốt thép độ pH thường có giá trị nhỏ hơn 11,6; hàm lượng ion Cl^- rất cao, thường nằm trong khoảng $(1,5 \div 13,5) \text{ kg/m}^3$ bê tông, hàm lượng SO_4^{2-} nhỏ hơn 4% khối lượng xi măng.

2.3 Vùng khí quyển trên biển và ven biển

Tại mặt ngoài, hiện tượng ăn mòn và phá huỷ kết cấu thường xảy ra mạnh với những vị trí trực diện với gió biển hoặc thường xuyên hứng chịu mưa gió và khí hậu khô ẩm. Dạng ăn mòn thường gặp là trên bề mặt lớp bê tông

bảo vệ xuất hiện các vết nứt có bề rộng trung bình từ $(5 \div 25) \text{ mm}$ chạy dọc theo các thanh thép chịu lực. Với kết cấu dạng bản, sàn thường bị bong tách thành từng mảng lớn lớp bê tông bảo vệ, cốt thép lộ ra ngoài và bị gỉ rất nặng.

Phía bên trong kết cấu, khi đục mở rộng các vết nứt thì thấy cốt thép bị gỉ nặng, thiết diện giảm từ $(20 \div 60)\%$, nhiều thanh bị đứt rời hẳn, nhất là thép đai. Khi kiểm tra khả năng chịu tải theo tiêu chuẩn Việt Nam có tính đến độ suy giảm thiết diện bê tông cốt thép do ăn mòn thì thấy nhiều kết cấu không còn đủ khả năng chịu lực.



Hình 2.3 : Bề mặt cốt thép lộ ra ngoài sau 22 năm - Nam Định

III. GIẢI PHÁP CHỐNG ĂN MÒN, NÂNG CAO ĐỘ BỀN CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN VIỆT NAM

3.1. Đề xuất giải pháp

Tiêu chuẩn TCXDVN 327: 2004 đã đưa ra các yêu cầu kỹ thuật về thiết kế, lựa chọn vật liệu, thi công nhằm đảm bảo khả năng chống ăn mòn cho kết cấu bê tông và BTCT. Tiêu chuẩn TCVN 4453-1995 được áp dụng cho các công trình bê tông và BTCT xây dựng trong môi trường biển. Trong quá trình sửa chữa không làm được kết cấu BTCT hoặc chiều dày lớp bảo vệ tương đương như yêu cầu, có thể áp dụng các biện pháp chống thấm bổ sung như sau:

1. Trát vữa chống thấm: Vữa xi măng có pha nhũ tương pôlime M250 , 300.
2. Sơn chống ăn mòn cốt thép: Sơn xi măng, sơn ximăng- pôlime, sơn hoá chất cao phân tử, các loại sơn này phải đảm bảo khả năng dính kết giữa cốt thép được sơn với bê tông.
3. Sơn phủ mặt ngoài kết cấu: Dùng các loại sơn epoxy và các hợp chất cao phân tử có độ dính kết cao với bê tông và đàn hồi tốt.
4. Sử dụng chất ức chế ăn mòn canxi nitrit
5. Sử dụng vật liệu composit thay thế cho bê tông thông thường.

Các biện pháp sửa chữa thông thường (từ 1 đến 4) đã và đang được áp dụng tại các vùng biển Việt Nam. Tuy nhiên, sử dụng vật liệu mới composit là một hướng mới trong quy

trình sửa chữa. Bê tông cốt sợi phân tán đã được ứng dụng rộng rãi để sửa chữa, gia cố bề mặt cho các công trình BTCT trên thế giới khoảng 40 năm nay nhưng ở Việt Nam gần như chưa được ứng dụng trong thực tế, chủ yếu là do chưa nghiên cứu ứng dụng vật liệu composit một cách đầy đủ trong điều kiện khí hậu Việt Nam.

3.2 Nội dung đã nghiên cứu

Dựa vào đặc tính kỹ thuật và khả năng dùng bê tông có cốt để sửa chữa công trình, tác giả đề xuất nghiên cứu việc sử dụng bê tông cốt sợi phân tán (sợi thép và sợi polypropylen) trong quá trình sửa chữa thông qua một số đặc tính kỹ thuật đã được nghiên cứu [3,4]:

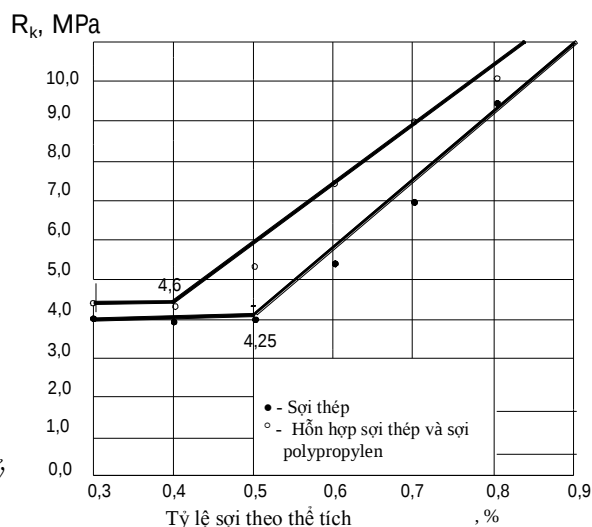
Bảng 3.1 Tương quan giữa lỗ rỗng và tính thấm nước của bê tông cốt sợi

Loại bê tông	Đường kính sợi d , mm	% sợi trong hỗn hợp μ_0 , %	Chiều dày thấm cacbon của mẫu thử sau 28 ngày	Tính chất lỗ rỗng	
				λ	α
Bê tông hạt mịn không sợi	-	-	6,48	0,42	0,6
Bê tông cốt sợi thép hạt mịn với sợi cắt đoạn	0,5	1,1	3,91	0,28	0,7
Bê tông cốt sợi thép hạt mịn với sợi cắt đoạn	1,6	3...4	2,21	0,21	0,7
Bê tông cốt sợi thép hạt mịn với sợi sản xuất tại nhà máy	0,6	2,92	2,05	0,15	0,8
Bê tông cốt sợi thép hạt mịn kết hợp giữa sợi thép và sợi polypropylene với $\mu_0 / n = 1,62/0,6$	0,6	1,62	1,90	0,12	0,8
Bê tông với cốt liệu lớn	-	-	7,11	0,36	0,6
Bê tông cốt sợi cốt liệu lớn và sợi thép sản xuất từ nhà máy	0,6	2,5	3,30	0,25	0,7

Bảng 3.2 Đặc trưng liên kết của sợi với đá xi măng

Loại sợi	Diễn giải				
	μ_{min} , %	R_{nt} , MPa	R_{k3} , MPa	$R_{\phi\mu}$, MPa	$\phi\tau$, MPa
Sợi thép được cắt bằng máy	0,5	3,0	4,2	4,25	1,7
Sợi thép cắt bằng máy và sợi polypropylen	0,4	3,0	4,2	4,60	2,1

Hình 3.1 Sự phụ thuộc cường độ chịu kéo vào tỷ lệ của sợi trong hỗn hợp đá xi măng



Bảng 3.3 Tính chất của bê tông cốt sợi trong điều kiện nóng ẩm

Loại bê tông	Cường độ, MPa		Chiều sâu thấm cacbon, mm	Mức chống thấm
	R_k	R_n		
Bê tông hạt mịn không sợi	6,3	35,2	4,3	W8
Bê tông cốt sợi thép ($\mu = 1,6$ % thể tích.)	12,2	43,2	2,3	W16
Bê tông cốt sợi, Sợi thép ($\mu=1,6$ % thể tích) và sợi polypropylen ($\mu=0,4$ % thể tích)	14,6	47,1	1,9	W18

3.3. Nhận xét:

Kết quả nghiên cứu đã cho thấy tính ưu việt của loại vật liệu có cốt (sợi thép và sợi polypropylen). Khi sử dụng loại vật liệu này thì độ chống thấm của bê tông tăng lên, khả năng chịu kéo, uốn, nén và va đập cũng tăng, quá trình thấm cacbon giảm đi đáng kể, sẽ ức chế quá trình ăn mòn trong bê tông.

Đây là giải pháp đề xuất, đã được nghiên cứu trong môi trường nước ngọt và điều kiện khí hậu Việt Nam. Nên để có kết quả chính xác và cụ thể thì cần thêm các nghiên cứu ứng dụng và thực nghiệm mẫu tại các vùng biển để có sự so sánh.

IV. KẾT LUẬN

Có thể thấy tại vùng biển Việt Nam, tác động xâm thực do môi trường là rất mạnh dẫn đến ăn mòn và phá huỷ công trình. Mức độ ăn mòn phụ thuộc vào vị trí và điều kiện làm việc của công trình. Với đặc thù khí hậu nóng, ẩm, mưa bão nhiều thì tốc độ và mức độ bị ăn mòn của công trình bê tông và BTCT sẽ nhanh hơn, tuổi thọ công trình sẽ giảm đi đáng kể. Vì vậy việc tìm ra các biện pháp phòng ngừa chống ăn mòn và các giải pháp kỹ thuật nâng cao khả năng làm việc, bảo đảm chất lượng và tuổi thọ lâu dài cho công trình là một vấn đề hết sức quan trọng, có ý nghĩa to lớn với nền kinh tế Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Cao Duy Tiến, Phạm Văn Khoan, Lê Quang Hùng và ctv, “*Báo cáo tổng kết dự án KT - KT chống ăn mòn và bảo vệ các công trình bê tông và BTCT vùng biển*”, Viện KHCN Xây dựng, 11/2003.
- [2]. Trương Hoài Chính, Huỳnh Quyền, Trần Văn Quang, Nguyễn Phan; “*Tổng hợp, phân tích, đánh giá và dự báo hiện trạng ăn mòn xâm thực các công trình xây dựng DD & CN vùng ven biển Đà Nẵng*”- Đề tài nghiên cứu khoa học cấp thành phố Đà Nẵng, 11/2007.
- [3]. ДОНГ КИМ ХАНЬ, “*Использование фибробетона при восстановлении гидротехнических сооружений Вьетнама*”; Вестник гражданских инженеров. – 2008. – №4 (17).– С. 67 – 68.
- [4]. ДОНГ КИМ ХАНЬ, “*Фибробетон для ремонтных работ на поверхности гидротехнических сооружений во Вьетнаме*”, Автореф.. дис канд. техн. Наук, СПбГАСУ, СПб, 2009 – 20 с.

Abstract

CORROSION OF REINFORCED CONCRETE AND THE METHOD TO AVOID CORROSION FOR REINFORCED CONCRETE STRUCTURES IN VIETNAM'S SEA

Corrosion of reinforced steel is a widespread construction problem in the coastal areas. This article summarizes the causes and status of the abrasion of reinforcement in reinforced concrete structure under sea. Base on the results, this article propose some maintain methods to increase the durability of reinforced concrete structures in Vietnam's sea.