

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG CÁC HỆ SƠN PHỦ CHỐNG ẪN MÒN KẾT CẤU THÉP VÙNG BIỂN VIỆT NAM

TS. NGUYỄN NAM THẮNG

TS. NGUYỄN MẠNH HỒNG

KS. PHAN VĂN CHƯƠNG

Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Trong những năm gần đây, nhiều công trình xây dựng ngoài khơi và ven biển được xây dựng nhằm phục vụ cho mục tiêu của Quốc gia là phát triển mạnh kinh tế biển, trong số đó các công trình bằng kết cấu thép chiếm tỷ lệ lớn. Mặc dù các kết cấu thép có ưu điểm là cường độ cao, gọn nhẹ và thời gian thi công nhanh hơn so với kết cấu bê tông cốt thép (BTCT), nhưng chống ăn mòn cho kết cấu thép trong môi trường biển để đảm bảo được tuổi thọ thiết kế là một vấn đề phức tạp. Thực tế ở nước ta hiện nay tình trạng ăn mòn gây hư hỏng các công trình kết cấu thép là nghiêm trọng, tốc độ ăn mòn khá nhanh. Sơn phủ là một trong số những biện pháp hiệu quả thường được lựa chọn áp dụng để bảo vệ chống ăn mòn cho kết cấu thép vùng biển. Tuy nhiên, chất lượng các hệ sơn phủ bảo vệ kết cấu thép trong môi trường biển là vấn đề cần được xem xét kỹ trước khi lựa chọn áp dụng. Bài báo này trình bày một số đánh giá bước đầu về chất lượng một số loại sơn phủ thường áp dụng bảo vệ kết cấu thép vùng biển.

1. Tình trạng ăn mòn kết cấu thép trong môi trường biển Việt Nam

Từ các kết quả khảo sát thực trạng ăn mòn kết cấu thép trong môi trường biển Việt Nam có thể rút ra một số nhận xét như sau:

Quá trình ăn mòn phá hủy kết cấu thép diễn ra khá nhanh. Tại một số công trình có hiện tượng gỉ thép cục bộ, đốm gỉ, bong tróc. Mức độ xâm thực có sự khác biệt giữa các vùng miền. Ví dụ: ở khu vực Nha Trang tốc độ ăn mòn thép CT3 là 52,3 μ m/năm, Kiên Giang: 41,4 μ m/năm, thành phố Vinh: 39,3 μ m/năm, Hải Phòng: 31,46 μ m/năm [1].

Một số công trình thủy lợi Bắc Hưng Hải và cụm công trình ngăn mặn, giữ ngọt, tiêu úng sông Lân, Thái Bình, các bộ phận dầm biên bị ăn mòn nặng không còn khả năng làm việc, bản mặt bị ăn mòn tạo thành các lỗ và rãnh [2].

Cầu Nguyễn Văn Trỗi bắc qua sông Hàn tại Thành phố Đà Nẵng được xây dựng từ năm 1968, kết cấu bằng thép ống, nằm gần biển (cách biển 4,5 km), hiện nay các cấu kiện như: trụ, dầm cầu,... bị ăn mòn làm giảm khả năng chịu tải của cầu (hình 1, 2).



Hình 1. Cầu Nguyễn Văn Trỗi - Đà Nẵng



Hình 2. Tình trạng gỉ ở dầm cầu

Ăn mòn kết cấu thép vùng biển gây ra thiệt hại kinh tế lớn, chi phí cho sửa chữa khắc phục có thể chiếm tới 30 ÷ 70% mức đầu tư xây dựng công trình.

Hiện nay và trong những năm tới đây nhu cầu đầu tư xây mới và sửa chữa công trình ở vùng biển sẽ tăng mạnh, trong đó công trình thép chiếm tỷ trọng lớn. Vì vậy, cần thiết phải triển khai ứng dụng các giải pháp hiệu quả để bảo vệ chống ăn mòn cho kết cấu thép vùng biển Việt Nam.

2. Các giải pháp chống ăn mòn cho kết cấu thép trong môi trường biển Việt Nam

So với BTCT thì kết cấu thép có ưu điểm là gọn nhẹ hơn và tốc độ thi công lắp dựng nhanh hơn, nhưng do phải trực tiếp chịu tác động của môi trường biển nên loại kết cấu này nếu không được bảo vệ tốt sẽ bị ăn mòn rất nhanh. Ăn mòn làm cho tiết diện các thanh của kết cấu thép giảm đi, làm giảm độ tin cậy về khả năng chịu tải của kết cấu, làm tăng khả năng phá hoại giòn kết cấu thép. Ăn mòn làm cho các cấu kiện sớm bị phá hoại hoặc phải sửa chữa nhiều.

Để chống ăn mòn cho kết cấu thép vùng biển thường lựa chọn áp dụng các biện pháp cơ bản sau:

- Sử dụng các kim loại, hợp kim ít bị ăn mòn;
- Thiết kế kết cấu nhằm giảm thiểu các nguy cơ gây ăn mòn;
- Bảo vệ catốt và các biện pháp điện hóa khác;
- Sử dụng các lớp phủ (kim loại, sơn) chống ăn mòn cho kết cấu thép, bền với môi trường.

Trong các biện pháp nêu trên thì sử dụng các hệ sơn phủ tạo lớp ngăn cách môi trường với bề mặt thép là biện pháp bảo vệ hiệu quả và thông dụng nhất vì có ưu điểm thi công đơn giản, áp dụng cho các kết cấu có kích thước và hình dạng khác nhau, có tính thẩm mỹ cao, một số hệ sơn do tiêu chuẩn ISO 12944 kiến nghị trong bảng 1. Mặt khác nếu dùng biện pháp sơn phủ thì công tác bảo trì cũng dễ dàng [3]. Vì thế, hiện nay có tới hơn 80% bề mặt kim loại được bảo vệ bằng sơn với các chủng loại sơn rất phong phú [5].

Ngày nay, với sự phát triển nhanh của ngành kỹ thuật các hợp chất cao phân tử nói chung và ngành sơn nói riêng, các loại chất tạo màng có khả năng bám dính tốt trên thép và chống ăn mòn cao như epoxy, polyuretán, furan, silicon, khả năng nâng cao hàm lượng chất rắn và việc sử dụng các dung môi hoạt tính, các chất hoạt động bề mặt và phụ gia nâng cao độ bền nước của màng sơn, tạo khả năng sơn trên nền có độ ẩm cao, đã tạo nên những hệ sơn có khả năng bảo vệ cao và đáng tin cậy, chống ăn mòn cho kết cấu thép.

Bảng 1. Một số hệ sơn được kiến nghị trong tiêu chuẩn ISO 12944

Sơn lót			Sơn phủ			Hệ sơn		Tuổi thọ, năm	
Chất tạo màng	Số lớp	Chiều dày MSK, µm	Chất tạo màng	Số lớp	Chiều dày MSK, µm	Số lớp	Chiều dày MSK, µm	5-15	> 15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cho môi trường có mức độ ăn mòn C5-M									
Epoxy, Polyuretán giàu kẽm	1	40	Epoxy, Polyuretán	3	200	4	240	X	
	1-2	80		3-4	240	4-6	320		X
	1	40		3-4	280	4-5	320		X
Etyl silicat	1	80	Epoxy, Polyuretán	2-4	240	3-5	320		X
Cho môi trường có mức độ ăn mòn C4									
Alkyd	1-2	80	Bitum	2	160	3-4	240	X	
	1-2	80		2-3	200	3-5	280		X
Cao su clo hoá	1-2	80	Cao su clo hoá	2-3	160	3-5	240	X	
Epoxy	1	160	Cao su clo hoá	1	120	2	280		X
Epoxy	1-2	80	Epoxy, Polyuretán	2-3	200	3-5	280		X
Epoxy, Polyuretán giàu kẽm	1	40	Cao su clo hoá, Polyuretán	2-3	160	3-4	200	X	
				2-3	200	3-4	240		X
				2-3	240	3-4	280		X
				3-4	280	4-5	320		X
Epoxy,	1	40	Epoxy,	2-3	160	3-4	200	X	

VẬT LIỆU - MÔI TRƯỜNG - KỸ THUẬT HẠ TẦNG

Polyuretan			Polyuretan	2-3	240	3-4	280		X
Etyl silicat	1	80	Epoxy, Polyuretan	2-3	120	3-4	200	X	
				2-3	200	3-4	280		X
Cho môi trường có mức độ ăn mòn C3									
Alkyd	1-2	80	Cao su clo hoá	2-3	120	3-5	200		X
	1-2	80		2-3	160	3-5	240		X
Cao su clo hoá	1-2	80	Cao su clo hoá	1-2	80	2-4	160	X	
	1-2	80		2-3	120	3-5	200		X
Epoxy	1-2	80	Epoxy, Polyuretan	2-3	120	3-5	200		X
	1-2	80		2-3	160	3-5	240		X
Epoxy, Polyuretan giàu kẽm	1	40	Epoxy, Polyuretan	2-3	160	3-4	200		X
	1	40	Cao su clo hoá	2-3	160	3-4	200		X
Etyl silicat	1	80	Cao su clo hoá	2-3	120	3-4	200		X
	1	80	Epoxy, Polyuretan	2-3	120	3-4	200		X

3. Xem xét chất lượng các hệ sơn phủ bảo vệ chống ăn mòn cho kết cấu thép

Dựa vào kết quả nghiên cứu các hệ sơn do tiêu chuẩn ISO 12944 kiến nghị trong phòng thí nghiệm cũng như xem xét một số kết quả từ thực tế ứng dụng, bước đầu có những đánh giá về độ bền một số hệ sơn thông qua các chỉ tiêu cơ bản như sau:

Bảng 2. Một số chỉ tiêu cơ bản của các hệ sơn

Chỉ tiêu	Hệ sơn	Epoxy giàu kẽm – polyuretan	Cao su clo hoá	Sơn alkyd
Độ bám dính, N/mm ² (TCXD 236:1999)		1.16 – 1.85	0.43 – 0.47	0.38
Khả năng chống ăn mòn (tiêu chuẩn ISO 14993), chu kỳ		62 - 69	45-50	14-22
Độ bền nóng lạnh, chu kỳ (TCVN 6934: 2001)		Lớn hơn 450	90 – 110	54
Độ thấm ion clorua, 10 ⁻³ mol/l (ASTM A943)		0.005- 0.01	17.4-24.5	38.5-48.5
Độ bền muối, giờ (ISO 7253)		560-940	277-305	120-198
Độ bền nhiệt ẩm, giờ (TCXDVN 341: 2005)		720-648	120	24

a. Độ bám dính

Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ sơn epoxy giàu kẽm - polyuretan có độ bám dính với nền thép cao nhất, đạt 0,16 - 1,85 N/mm²; các hệ sơn cao su clo hoá có độ bám dính 0,43 - 0,47 N/mm²; hệ sơn alkyd có độ bám dính 0,38 N/mm².

b. Khả năng chống ăn mòn

Các kết quả thử nghiệm theo tiêu chuẩn ISO 14993 cho thấy: các hệ sơn epoxy giàu kẽm - polyuretan có khả năng chống ăn mòn cao nhất, chịu được từ 62 đến 65 chu kỳ thử nghiệm (tiêu chuẩn JIS K5627 quy định sơn chống ăn mòn phải chịu được ít nhất 28 chu kỳ thử nghiệm); kế tiếp là các hệ sơn cao su clo hoá và khả năng chống ăn mòn thấp nhất là hệ sơn alkyd.

c. Độ bền nóng lạnh

Độ bền nóng lạnh của các hệ sơn đặc trưng cho độ bền của màng sơn dưới tác động của thời tiết khắc nghiệt nắng mưa đột ngột, diễn hình của khí hậu nhiệt đới ẩm Việt Nam. Kết quả thử nghiệm chứng tỏ các hệ sơn epoxy giàu kẽm - polyuretan có độ bền nóng lạnh cao nhất (450 chu kỳ), các hệ sơn cao su clo hoá (90 - 110 chu kỳ), thấp nhất là hệ sơn alkyd (54 chu kỳ - tương đương với yêu cầu đối với sơn tường ngoài).

d. Độ thấm ion clorua

Độ chống thấm ion clorua của màng sơn phản ánh khả năng ngăn cản sự xâm nhập của ion clorua qua màng sơn. Kết quả thử nghiệm độ chống thấm ion clorua của các màng sơn cho thấy: các hệ sơn epoxy giàu kẽm – polyuretan có khả năng chống thấm ion clorua cao nhất trong các hệ sơn thử nghiệm, tiếp theo là hệ sơn cao su clo hoá, hệ sơn alkyd kém nhất về tính chất này. Điều này càng minh chứng rõ hơn cho khả năng bảo vệ thép chống ăn mòn thấp của hệ sơn alkyd trong môi trường tự nhiên.

e. Độ bền mù muối

Theo tiêu chuẩn ISO 12944, các hệ sơn cao su clo hoá chỉ nên áp dụng trong môi trường có mức độ xâm thực C3 với tuổi thọ trung bình. Trong môi trường có mức độ xâm thực C4, tuổi thọ bảo vệ của các hệ sơn này chỉ ở mức thấp. Do đó, cần nghiên cứu biến tính hệ sơn này để nâng cao độ bền nhiệt ẩm của chúng, bởi vì khả năng chịu mù muối của hệ sơn này khá cao. Các hệ sơn epoxy giàu kẽm – polyuretan có thể áp dụng trong môi trường xâm thực C3, C4 với thời hạn bảo vệ cao, môi trường C5-M với tuổi thọ trung bình. Hệ sơn alkyd có độ bền nhiệt ẩm quá thấp (< 48 h), không đạt yêu cầu bảo vệ kết cấu thép trong môi trường khí quyển biển (thấp nhất là C3), do đó không nên áp dụng trong môi trường này.

f. Độ bền nhiệt ẩm

Kết quả thử nghiệm cho thấy độ bền nhiệt ẩm phụ thuộc nhiều vào loại chất tạo màng sơn. Hệ sơn alkyd có độ bền nhiệt ẩm thấp nhất (24h), điều này liên quan đến tuổi thọ ngắn của hệ sơn alkyd trong thực tế khi sử dụng để bảo vệ các kết cấu thép. Các hệ sơn khác thường có độ bền nhiệt ẩm hơn hẳn hệ sơn alkyd điển hình như hệ sơn cao su clo hoá, đặc biệt là hệ sơn epoxy giàu kẽm - polyuretan.

4. Kết luận

Môi trường biển Việt Nam có tính chất xâm thực mạnh đối với kết cấu thép. Mức độ ảnh hưởng của môi trường lên kết cấu thép ở các vùng miền có sự khác biệt.

Tình trạng ăn mòn kết cấu thép vùng biển Việt Nam là nghiêm trọng. Để đảm bảo tuổi thọ thiết kế cần phải áp dụng các giải pháp bảo vệ chống ăn mòn, mà sơn phủ là một trong những giải pháp có thể lựa chọn áp dụng.

Xem xét các chỉ tiêu cơ bản về khả năng bảo vệ kết cấu thép của các hệ sơn như độ bền nhiệt ẩm, mù muối, độ chống thấm ion clorua, khả năng chống ăn mòn, độ bền nhiệt ẩm của một số hệ sơn thông dụng cho thấy hệ sơn epoxy giàu kẽm - polyuretan có độ bền cao và khả năng bảo vệ kết cấu thép trong môi trường xâm thực vùng biển rất tốt, tiếp đến là các hệ sơn cao su clo hoá và hệ sơn alkyd.

Căn cứ vào yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn, mức độ ảnh hưởng của môi trường, dạng kết cấu thép để lựa chọn áp dụng hệ sơn phù hợp đáp ứng yêu cầu đề ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. NGUYỄN MẠNH HỒNG và ctv. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu ứng dụng sơn bảo vệ kết cấu thép vùng ven biển Việt Nam, Hà Nội, 2007.
2. ĐỖ VĂN HỨA, VŨ THÀNH HẢI, NGUYỄN ĐÌNH TÂN. Thực trạng ăn mòn cửa van thép công trình thủy lợi. Hội nghị khoa học toàn quốc lần thứ hai về sự cố và hư hỏng công trình xây dựng. NXB Xây dựng, Hà Nội, 2003.
3. NGUYỄN VIỆT HUỆ, VŨ ĐÌNH HUY và ctv. Sơn xi măng và kết quả áp dụng trong điều kiện Việt Nam. Báo cáo giám định đề tài cấp Nhà nước, mã số 48D.02.02. Hà Nội, 1988.
4. NGUYỄN THỊ BÍCH THUY và ctv. Lựa chọn, xây dựng tiêu chuẩn và công nghệ sơn phủ bảo vệ thích hợp trong một số môi trường đặc biệt cho các công trình giao thông. Báo cáo nghiệm thu đề tài, Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông vận tải, Hà Nội, 1997.

