

VẬT LIỆU THÉP KẾT CẤU TRÊN CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI VIỆT NAM

TS. Nguyễn Đình Tân
Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Trong hơn 100 năm qua, kết cấu công trình, hệ thống cửa van, vật liệu kết cấu và các phương pháp bảo vệ chống ăn mòn trên các công trình thủy lợi luôn thay đổi và phát triển. Vì vậy cho việc đi sâu đánh giá tổng thể hiện trạng làm việc của kết cấu thép trên công trình thủy lợi là rất cần thiết. Bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu đánh giá tổng thể hiện trạng ăn mòn và vật liệu thép cửa van trên công trình thủy lợi.

I. Đặt vấn đề:

Trong hơn 100 năm qua, đã có hàng ngàn công trình thủy lợi được xây dựng trên hơn 100 hệ thống thủy nông, 700 hồ chứa và dọc theo 3000 km bờ biển với nhiệm vụ hết sức quan trọng là giữ ngọt, ngăn mặn, tiêu úng, thoát lũ và kết hợp giao thông thủy. Kết cấu công trình, hệ thống cửa van, vật liệu kết cấu thép luôn thay đổi và phát triển theo từng thời kỳ. Quá trình ăn mòn thép làm cho hệ thống cửa van bị xuống cấp nhanh ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả khai thác công trình.

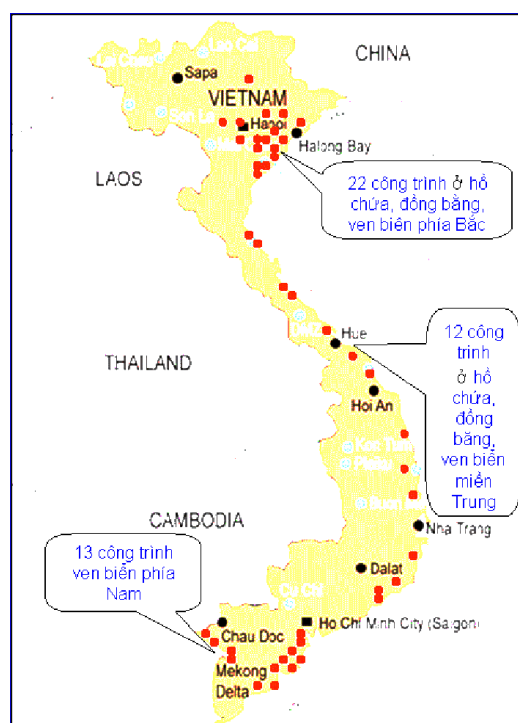
Trong nhiều năm qua đã có rất nhiều đề tài nghiên cứu nhằm nâng cao tuổi thọ kết cấu thép, tuy vậy chưa có đề tài nào đi sâu đánh giá tổng thể hiện trạng làm việc của kết cấu thép trên công trình thủy lợi. Vì vậy, trong bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu đánh giá hiện trạng ăn mòn và vật liệu thép cửa van trên công trình thủy lợi.

II. Phương pháp thực nghiệm

1. Địa điểm khảo sát và lấy mẫu hiện trường

Việc nghiên cứu đánh giá hiện trạng ăn mòn và vật liệu thép kết cấu được tiến hành trên cơ sở các kết quả điều tra khảo sát 42 công trình ở 3 miền [1,2] và mở rộng khảo sát thêm 5 công trình mới

(bảng 1 và hình 1). Các mẫu thép kết cấu chế tạo cửa van được lấy tại công trình Thủy lợi.



Hình 1. Các địa điểm khảo sát đánh giá hiện trạng ăn mòn và vật liệu thép

Bảng 1: Các công trình khảo sát hiện trạng ăn mòn và vật liệu thép (mở rộng)

TT	Tên công trình	Địa điểm	Năm xây dựng	Kết cấu cửa
1	Cửa xả cát tràn Kỳ Sơn	Bắc Giang	1906, 1972	Van phẳng
2	Cửa quạt Đập Đáy	Hà Nội	1935	Van cung
3	Công Nhâm Lang	Thái Bình	1936	Van phẳng
4	Cửa cống Trà Linh I	Thái Bình	1933, 1970	Van phẳng
5	Van tràn Cửa Đạt	Thanh Hoá	2003	Van cung

2. Thiết bị đo và thí nghiệm:

+ Thành phần hóa học thép kết cấu được xác định trên máy quang phổ phát xạ Metal-Lab 75-80J (ITALY), phòng thí nghiệm Vật liệu Viện CKNL và Mỏ

+ Cơ tính của thép kết cấu được xác định trên Fast Track 8801(ANH), phòng thí nghiệm Vật liệu Viện CKNL và Mỏ

+ Hình thức ăn mòn được quan sát và chụp ảnh kỹ thuật số ngay tại công trình và phân tích trên máy tính với độ phóng đại 3-10 lần.

III. Kết quả và đánh giá

1. Ăn mòn và hình thức ăn mòn cửa van

Với nhiệm vụ ngăn mặn, giữ ngọt, các cửa van thép công trình thủy lợi, đặc biệt là các cửa van vùng mặn đã phải làm việc trực tiếp trong môi trường xâm thực không đồng nhất. Đối với các công trình ven biển thì nồng độ NaCl của môi trường phía biển hoặc cửa sông bao giờ cũng lớn hơn so với phía trong đồng. *Vì vậy đặc điểm rất cơ bản của quá trình ăn mòn cửa van thép thủy lợi là quá trình ăn mòn điện hoá của vật liệu không đồng nhất trong môi trường không đồng nhất* [1.2.3]. Hình thức ăn mòn cửa van chịu ảnh hưởng trực tiếp của việc phân bố các vùng catốt, anốt và mật độ dòng ăn mòn. Các yếu tố này lại phụ thuộc vào vật liệu thép, kết cấu công trình và thành phần của môi trường. Việc xác định rõ các hình thức ăn mòn phổ biến còn giúp chúng ta đề ra các giải pháp bảo vệ cần thiết. Một số kết quả khảo sát hình thức ăn mòn thép cửa van tại hiện trường trình bày trong hình 1, 2.



Hình 2. Các hình thức ăn mòn vật liệu thép cửa van: a) Ăn mòn không đều; b), c) Ăn mòn lỗ; d) Ăn mòn khe; e) Ăn mòn vùng triều; f) Ăn mòn mài mòn



Hình 3. Các hình thức ăn mòn thép cửa van: a) Ăn mòn dòng chảy; b) Ăn mòn tiếp xúc c), d) Ăn mòn vi sinh; e) Kết cấu khe hẹp; f) Kết cấu đọng nước

Ăn mòn cửa van là quá trình ăn mòn không đều. Các kết cấu trong khe van hoặc dầm đáy đều bị ăn mòn nhiều hơn và sớm bị xuống cấp. Bản mặt của cửa van thường bị hư hỏng do ăn mòn không đều (hình 2a). Ăn mòn lỗ thường xảy ra trên bản mặt một số cửa van (hình 2b,c) Quá trình ăn mòn lỗ hình thành do quá trình cung cấp oxy không đồng đều, các khuyết tật sẵn có của vật liệu thép, các hư hỏng của lớp phủ bảo vệ, và còn chịu ảnh hưởng rất lớn của ion Cl⁻. Các ion Cl⁻ có khả năng đi qua các lớp sơn, gi vữa mới hình thành và thúc đẩy quá trình hoà tan kim loại. Do đặc điểm kết cấu công trình thủy lợi các dầm biên và dầm đáy của các cửa van thường được gắn cao su chắn nước và thường phải nằm trong khe van. Lượng oxy hoà tan trong nước vùng dầm biên, dầm đáy thường ít hơn so với vùng bản mặt, nên quá trình anốt của phản ứng ăn mòn cũng chủ yếu xảy ra ở đây (hình 2d). Sự thay đổi mực nước do thủy triều và do đóng mở cửa van làm cho cửa van lúc khô lúc ướt cũng ảnh hưởng trực tiếp đến ăn mòn(2e). Bên cạnh các dạng ăn mòn nêu trên, các kết cấu cửa van còn chịu ảnh hưởng của nhiều dạng ăn mòn khác như ăn mòn - mài mòn đối với các kết cấu tựa động như trục, bánh xe... (hình 2f).

Dòng chảy cũng là yếu tố thúc đẩy quá trình ăn mòn vì dòng chảy làm tăng thêm lượng oxy cho quá trình catốt của phản ứng điện hoá, đồng thời dòng chảy cũng gây ra sự bào mòn các sản phẩm ăn mòn có khả năng thụ động hoá trên bề

mặt thép (3a). Cửa van được chế tạo từ nhiều vật liệu khác nhau: Bản mặt, hệ dầm bằng thép CT38; thép khe van, nẹp cao su, bu lông bằng thép không gỉ. Các vật liệu này có điện thế rất khác nhau trong môi trường điện ly, do đó khi liên kết với nhau sẽ xảy ra quá trình ăn mòn tiếp xúc, và các vật liệu có điện thế thấp hơn sẽ bị ăn mòn (hình 3b).

Bên cạnh quá trình ăn mòn điện hoá, các cửa van công trình thuỷ lợi còn chịu ảnh hưởng trực tiếp của quá trình ăn mòn vi sinh. Một số dạng sinh vật như rong rêu hầu hà thường bám lên bề

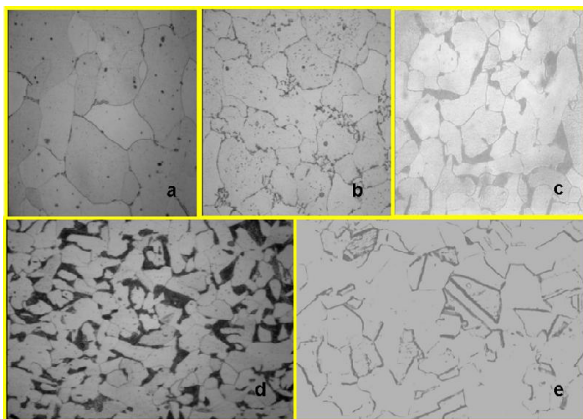
mặt của kết cấu cửa van (3cd). Trong nhiều trường hợp thì kết cấu hàn, kết cấu không hợp lý là yếu tố thúc đẩy quá trình ăn mòn như kết cấu có khe hẹp(3e), kết cấu đọng nước của cửa van (3f).

2. Vật liệu thép kết cấu

Các kết quả phân tích thành phần hoá học các mẫu thép kết cấu lấy tại một số công trình trình bày trong bảng 2 và tổ chức tế vi của chúng trình bày trong hình 4. Các kết quả cho thấy thép kết cấu sử dụng để chế tạo cửa van trên các công trình thuỷ lợi khá đa dạng và thay đổi theo từng thời kỳ.

Bảng 2. Thành phần hoá học của vật liệu kết cấu thép

Nguyên tố (%)	1900-1945		1945-2008		
	Thép ít Cácbon (Đập Đáy)	Thép ít các bon P, Cu cao (Nhâm Lang)	1945-2008	1990-2008	
			Ct3; CT38 (Trà Linh)	09Mn2Si (Cửa Đạt)	04Ni10Cr18 (Cửa Đạt)
C	0.02091	0.04164	0.15775	0.09393	0.04545
Si	0.00024	0.00053	0.19262	0.61989	0.38728
S	0.01270	0.06093	0.02589	0.01207	0.00515
P	0.03644	0.12072	0.01457	0.01004	0.02050
Mn	0.49115	0.46375	0.51446	1.46520	1.73286
Ni	0.07821	0.01839	0.01913	-	7.86589
Cr	0.01148	0.00103	0.05895	0.00317	18.1678
Cu	0.01117	0.14772	0.05693	0.03168	0.07385
Ti	0.00236	0.00222	0.00220	0.01657	0.00534
Fe	99.0360	99.0903	98.2473	97.6558	71.3625



Hình 4. Tổ chức tế vi của thép kết cấu: a,b) thép ít các bon (Pháp), c) thép CT38; d) thép 09Mn2Si; e) thép không gỉ 04Ni10Cr18.

Trước năm 1945 trên hầu hết các công trình thuỷ lợi, cửa van được chế tạo từ thép ít các bon (% các bon khoảng 0,2-0,4). Các công trình ven biển thường được chế tạo từ các thép ít các bon với hàm lượng P, Cu cao hơn (bảng 2). Tổ chức của thép chủ yếu là Ferit (hình 4a,b). Cơ tính và độ bền ăn mòn của thép khá tốt song giá thành cao. Rất nhiều công trình xây từ năm 1905 -1930 đến nay vẫn còn làm việc tốt như tràn sông Thương, Đập Đáy, Cổng Nhâm Lang...Hiện nay các mác thép này không còn được cung cấp trên thị trường.

Trong thời gian từ năm 1945 đến 1990 hàng loạt công trình Thuỷ lợi đã được xây dựng với

vật liệu kết cấu thép chủ yếu là thép các bon thường CT38 (Ct3 GOST). Thành phần hoá học và tổ chức tế vi của thép trình bày trong bảng 2 và hình 4c. Tổ chức gồm 2 pha xêmentit và ferit. Thép các bon thường có giá thành hợp lý song độ bền cơ và ăn mòn không cao.

Từ năm 1990 trở lại đây, bên cạnh thép các bon thường CT38, các loại thép hợp kim thấp như 09Mn2, 09Mn2Si đã được đưa vào sử dụng. Các mác thép này có cơ tính được cải thiện. Tổ chức hạt ferit và xêmentit nhỏ mịn và đồng đều hơn thép CT38 (hình 4d).

Những năm gần đây, người ta dùng thép không rỉ không rỉ để chế tạo các kết cấu bị ăn mòn mạnh như khung cửa, khe van, nẹp...Nhiều nơi còn chế tạo cửa van từ thép không rỉ. Thép này có tổ chức một pha Austenit, ưu điểm nổi bật là độ bền ăn mòn cao song giá thành đắt và độ bền cơ học không cao. Các nghiên cứu về tốc độ ăn mòn và điện thế ăn mòn theo thời gian của thép kết cấu trong môi trường nước mặn tự nhiên cho chúng ta thấy rằng giữa nhóm thép kết cấu các bon và thép không rỉ có sự khác nhau về điện thế ăn mòn khá lớn. Vì vậy, đối với các cửa van

được chế tạo từ 2 loại thép này thì quá trình ăn mòn sẽ chịu ảnh hưởng lớn của ăn mòn tiếp xúc. Tốc độ ăn mòn của thép không rỉ rất thấp trong khi nhóm thép kết cấu các bon có tốc độ ăn mòn lớn và dao động trong phạm vi khá rộng.

VI. Kết luận

Sự ăn mòn của vật liệu thép kết cấu có ảnh hưởng rất lớn đến tuổi thọ cửa van thép trên công trình thuỷ lợi. Các hình thức ăn mòn cửa van rất đa dạng. Vì vậy, để nâng cao tuổi thọ cửa van cần kết hợp các giải pháp một cách đồng bộ: Sử dụng vật liệu thích hợp, cấu tạo kết cấu hợp lý, xử lý bề hiệu quả...

Tiếp tục nghiên cứu ứng dụng các loại vật liệu có độ bền cơ hoá tốt hơn như thép bền thời tiết (thép Corten), thép chịu hàn độ bền cao, thép đóng tàu...Nghiên cứu độ bền ăn mòn của thép kết cấu trong môi trường nước lợ làm cơ sở cho việc lựa chọn vật liệu thích hợp.

Tiếp tục nghiên cứu đánh giá hiệu quả của các phương pháp bảo vệ chống ăn mòn cửa van. Đi sâu nghiên cứu ứng dụng các phương pháp bảo vệ kết hợp: phun phủ kẽm - sơn phủ, sơn phủ - bảo vệ catốt...

Tài liệu tham khảo

1. Đỗ Văn Hứa; Nguyễn Đình Tân, Vũ Thành Hải. Thực trạng ăn mòn cửa van thép. Tuyển tập hội nghị khoa học toàn quốc lần thứ hai về sự cố và hư hỏng công trình xây dựng 12/2003.
2. Đỗ Văn Hứa; Nguyễn Đình Tân, Vũ Thành Hải. Báo cáo điều tra cơ bản: Sự ăn mòn cửa van trên công trình thuỷ lợi, 2002-2005.
3. W. A. Schultze, Phan Lương Cầm. *Ăn mòn và Bảo vệ Kim loại*. Trường Đại học Bách khoa Hà nội và Trường Đại học Kỹ thuật Delft (Hà lan). 1985.
4. R. Baboian. *Electrochemical Techniques for Corrosion*. NACE. 1978.
5. Trương Ngọc Liên. *Ăn mòn và Bảo vệ Kim loại*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2004.

Abstract

STRUCTURAL STEELS OF WATERWORKS IN VIET NAM

In more than 100 years, the structure of waterworks, system of gates, structural materials and methods of protection against corrosion is always changing and developing. So go for depth evaluation of the overall situation of steel structures on waterworks is needed. This report presents some results of evaluating the overall situation of steel corrosion and materials of waterworks in Viet nam