

Đánh giá tình trạng bề mặt và mức độ gỉ trên thép chịu thời tiết trong điều kiện khí hậu tại tỉnh Hà Tĩnh

■ KS. TRẦN HUY HOÀNG; ThS. VŨ THỊ ANGA; TS. NGUYỄN THỊ CẨM NHUNG

Trường Đại học Giao thông vận tải

TÓM TẮT: Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu tổng hợp về đặc điểm của cơ chế ăn mòn bề mặt thép thông thường và thép chịu thời tiết. Phân tích tình trạng bề mặt thép và mức độ gỉ trên thép chịu thời tiết trong điều kiện khí hậu tại tỉnh Hà Tĩnh, từ đó đề xuất phương án chu kỳ kiểm tra và phương án hành động để xử lý, đưa ra một số kiến nghị trước khi quyết định sử dụng thép chịu thời tiết tại vị trí cụ thể nhằm củng cố khả năng ứng dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu tại Việt Nam.

TỪ KHÓA: Mức độ gỉ bề mặt, thép chịu thời tiết, thép bền thời tiết

ABSTRACT: This article summarizes the characteristics of the steel surface corrosion mechanism as well as surface characteristics of weathering steel, analyzes corrosion level of steel and the requirement of inspection tasks, evaluates the surface of weathering steel. Simultaneously, it shows the applicability of this steel in Vietnam based on the summary of the results of the evaluation of the condition of steel surfaces and the level of rust on weathering steel in climatic conditions in Hà Tĩnh province to evaluate the applicability of this steel in central of Vietnam

KEYWORDS: Weathering steel, surface rusting

không phải lúc nào cũng có sẵn kinh phí, cho nên trên thực tế rất nhiều cầu thép đang bị gỉ khá nghiêm trọng. Đây là lý do cầu thép thông thường rất khó có thể cạnh tranh với cầu BTCT, đặc biệt là khi chi phí vòng đời công trình được quan tâm. Mặc dù cầu thép được xây dựng ở Việt Nam từ trên 100 năm trước, tuy nhiên về tỷ trọng số lượng, quy mô xây dựng cầu thép và cầu BTCT chỉ chiếm trong khoảng 10%.

Thép chịu thời tiết được Mỹ phát triển từ năm 1933, bắt đầu sử dụng làm cầu từ năm 1964 và đã được ứng dụng phổ biến tại nhiều nước trên thế giới như Nhật Bản, Nga, Trung Quốc..., đặt biệt là các công trình ven biển và trong thành phố do tính ưu việt của thép chịu thời tiết không cần sơn phủ, có màu nâu đặc trưng, tiết kiệm chi phí duy tu, bảo dưỡng trong khi giá thành chênh cao không lớn (cao hơn khoảng 18% so với thép thông thường theo giá thị trường Nhật Bản năm 2011 [5])... Song song với quá trình sử dụng, tại các nước này đã có rất nhiều công trình nghiên cứu, hệ thống dữ liệu lớn về đo đạc, quan trắc... với quy trình, thực tiễn, hướng dẫn sử dụng vật liệu thép chịu thời tiết hầu như đã hoàn thiện.

Tại Việt Nam, vật liệu thép chịu thời tiết vẫn được coi là vật liệu mới, còn đang trong quá trình nghiên cứu, ứng dụng. Bước đầu nhờ sự hỗ trợ của Nhật Bản, Việt Nam đã lắp thử vài kết cấu nhịp cầu giản thép của cầu Chơ Thượng (tỉnh Hà Tĩnh), thực hiện việc cải tạo 43 cầu thuộc dự án nâng cao an toàn đường sắt tuyến đường sắt Bắc - Nam năm 2015. Năm 2017 đã ban hành tiêu chuẩn quốc gia - thép kết cấu - điều kiện kỹ thuật khi cung cấp thép chịu ăn mòn khí quyển TCVN 11791:2017.

2. CƠ CHẾ HÌNH THÀNH LỚP CHỐNG ĂN MÒN CỦA THÉP CHỊU THỜI TIẾT

Thép chịu thời tiết là thép có chứa một lượng nhất định các nguyên tố hợp kim như P, Cu, Cr, Ni... được chủ định thêm vào để làm tăng độ bền ăn mòn khí quyển bằng cách tạo thành một lớp màng oxit tự bảo vệ cho kim loại nền [4].

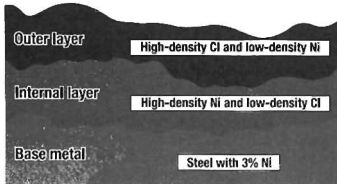
Vật liệu thép thông thường để hình thành một lớp oxit trên bề mặt khi chịu không khí khô. Lớp oxit được hình thành trên thép cần nguội ngay tức thì bị gãy và với sự hiện diện của độ ẩm và nó không thể được phục hồi. Một phản ứng hóa học được thực hiện giữa sắt (Fe) để

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cầu thép có nhiều ưu điểm như: thời gian thi công nhanh, khả năng vượt được khẩu độ lớn, độ chính xác cao, chiều cao dầm thấp nên nâng tĩnh không và tĩnh tải kết cấu phân trên nhẹ hơn nhiều so với cầu bê tông cốt thép (BTCT). Tuy nhiên, bên cạnh vấn đề về giá thành cao do vật liệu chế tạo phải nhập khẩu, cầu thép còn có hạn chế lớn là phải thực hiện các biện pháp bảo vệ kết cấu chống gỉ, chống ăn mòn trong quá trình khai thác. Về nguyên tắc, tất cả cầu thép cần thiết được duy tu, sơn lại định kỳ hàng năm toàn bộ hoặc một phần cấu và cần được duy trì trong suốt cuộc đời làm việc của cầu. Công tác này đòi hỏi tốn chi phí, chiếm 5 - 15% của chi phí xây dựng ban đầu của phần thượng tầng và mất nhiều thời gian mà

ẩm (H₂O) và oxy (O₂) để hình thành lớp gỉ bằng các cơ chế phản ứng hóa học rất phức tạp.

Đối với thép chịu thời tiết, một lớp oxit cũng được hình thành trên thép không gỉ. Nó là một lớp oxit giàu crôm ổn định, không xốp và dính chặt vào kim loại. Tuy nhiên, khác với sự hình thành trên thép carbon, nếu nó bị phá hoại (như do xước hoặc cắt), nó có khả năng tự phục hồi trong không khí hoặc môi trường oxy hóa. Lớp oxit này cũng có tính chống ăn mòn hóa học rất cao. Với các lý do đó, lớp oxit này được biết đến như là một loại "phim thụ động". Mặc dù lớp phim này rất mỏng (xấp xỉ 10 - 6mm) nhưng đem đến cho thép không gỉ khả năng chịu ăn mòn rất cao bằng cách ngăn cản tiếp xúc với không khí, hơi nước như Hình 2.1 (Nguồn: Hiệp hội Cầu Nhật bản).



Hình 2.1: Lớp oxy hóa ổn định

Đặc trưng của lớp "phim thụ động" phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của thép, sự xử lý bề mặt và ăn mòn tự nhiên đối với môi trường. Sự ổn định của lớp này tăng theo tỷ lệ tăng của hàm lượng crôm. Khái niệm về sự hình thành lớp phim thụ động có vai trò rất quan trọng bởi vì với bất kỳ điều kiện nào làm ngăn cản sự hình thành lớp phim thụ động hoặc làm cho nó hư hỏng sẽ dẫn đến mất tính chống ăn mòn.

Thép không gỉ thông thường có tính chịu ăn mòn rất cao và sẽ thỏa mãn trong hầu hết mọi loại môi trường. Giới hạn của khả năng chịu ăn mòn của thép không gỉ phụ thuộc vào các thành phần hợp kim của nó, điều đó có nghĩa là đối với mỗi cấp thép có một mức độ phản ứng khác nhau khi chịu một môi trường ăn mòn. Thông thường, mức độ chống ăn mòn cao hơn được yêu cầu, mức độ các bộ phận hợp kim cao hơn và giá thành vật liệu tốt hơn. Các nguyên nhân chủ yếu đối với kim loại bị phá hoại không đạt được những mong muốn về khả năng chống ăn mòn là:

- Đánh giá không đúng môi trường hoặc chịu đựng các điều kiện không mong muốn, ví dụ như không bị nghi ngờ nhiễm bẩn bởi các ion clorít.

- Phương thức mà thép không gỉ làm việc hoặc xử lý có thể dẫn đến một trạng thái mà nó không nằm trong dự tính của đánh giá ban đầu

3. CÁC DẠNG ĂN MÒN CỦA THÉP CHỊU THỜI TIẾT

- Ăn mòn lỗ: Là một dạng ăn mòn cục bộ, xảy ra trong các điều kiện ẩm ướt, kết quả của việc thép chịu các môi

trường đặc thù, đặc biệt là môi trường có chứa clorít. Sự ăn mòn lỗ xảy ra bởi do các ion clorít thâm nhập vào các điểm yếu của lớp phim thụ động. Một bộ phận cực nhỏ được hình thành với khu vực thâm nhập như là cục đường a-nốt và xung quanh lớp phim thụ động như là cực âm ca-tốt. Vì dòng mật độ khu vực a-nốt nhỏ và khu vực ca-tốt lớn, do đó tỷ lệ ăn mòn ở bề mặt a-nốt trở nên rất lớn. Điều kiện cần để sự ăn mòn lỗ xảy ra là các điều kiện ẩm ướt, ăn mòn dừng lại khi bề mặt khô ráo bởi ảnh hưởng mặt trời và ăn mòn không thể xuất hiện nếu bề mặt luôn được giữ khô. Trong hầu hết các kết cấu, phạm vi ăn mòn lỗ có thể xảy ra ở bề mặt ngoài và sự giảm tiết diện của một bộ phận được bỏ qua. Tuy nhiên, sản phẩm ăn mòn có thể làm biến màu các đặc trưng kiến trúc.

- Ăn mòn đường kẻ nút: Ăn mòn đường kẻ nút cũng là một dạng ăn mòn cục bộ, khởi đầu do một khối lượng nhỏ oxy có trong đường kẻ nút. Để tránh ăn mòn đường kẻ nút, cần tránh cho nước thâm nhập vào bằng cách sử dụng các đệm đàn hồi hoặc cao su hoặc bằng cách đổ vào kẻ nút các vật liệu kết dính bịt kín hoặc matít.

- Ăn mòn lưỡng kim: Ăn mòn lưỡng kim có thể xảy ra khi các kim loại khác nhau liên kết với nhau bởi dòng điện trong chất điện phân thông thường (như mưa, nước ngưng...). Nếu các dòng điện giữa hai kim loại quý thấp hơn (a-nốt) ăn mòn với một tỷ lệ nhanh hơn so với các kim loại không liên kết. Ăn mòn lưỡng kim có thể ngăn chặn được bằng cách ngoại trừ nước từ các chi tiết (ví dụ như sơn hoặc bao bọc xung quanh các khớp nối) hoặc cách ly các kim loại độc lập, không tiếp xúc với nhau. Cách ly xung quanh các mối nối bu-lông có thể thực hiện được bằng các vòng đệm đàn hồi không dẫn điện hoặc cao su ny-lông hoặc vòng đệm hoặc bạc Teflon.

- Ăn mòn vết nứt do ứng suất: Sự phát triển ăn mòn vết nứt do ứng suất (stress corrosion cracking - SSC) yêu cầu sự hiện diện đồng thời các ứng suất kéo và các yếu tố môi trường đặc thù, dạng ăn mòn này không bắt gặp trong các công trình trong điều kiện không khí bình thường. Các ứng suất không cần thật cao trong mối quan hệ với ứng suất phá hoại của vật liệu và có thể do tải trọng và các ảnh hưởng do từ quá trình sản xuất như hàn, uốn. Sự thật trọng là cần thiết khi các bộ phận khoáng Auztenit của thép không gỉ có chứa ứng suất dư lớn, ví dụ như do sử dụng làm việc nguội, sử dụng môi trường giàu clorít như bể bơi, môi trường biển, ngoài khơi và chu yếu do nhiệt.

- Ăn mòn tổng thể: Ăn mòn tổng thể trong thép không gỉ không nghiêm trọng hơn so với các kim loại khác. Nó chỉ xuất hiện khi thép không gỉ có độ pH có giá trị nhỏ hơn rất nhiều độ pH của axit môi trường hoặc lớn hơn rất nhiều môi trường kiềm ở nhiệt độ cao.

4. CÁC ĐẶC TRƯNG BỀ MẶT CỦA THÉP CHỊU THỜI TIẾT VÀ CẤP ĐỘ GỈ CỦA THÉP

Đặc trưng bề mặt của thép chịu thời tiết là lớp gỉ mịn được hình thành trong quá trình khai thác. Ở giai đoạn đầu, vài tháng sau khi thi công, thép tiếp xúc với điều kiện ẩm ướt và khô, thép chịu thời tiết hình thành

lớp gỉ giống lớp gỉ thép thông thường. Theo thời gian, khoảng một đến vài năm sẽ hình thành lớp gỉ mịn bao phủ bề mặt, màu nâu bao phủ bề mặt. Tiếp theo, thông thường sau khoảng 6 năm bề mặt sẽ chuyển sang màu nâu sẫm đặc trưng, ổn định. Các chu kỳ thường xuyên của điều kiện ẩm ướt và khô cũng sẽ tăng tốc độ oxy hóa. Hình ảnh của biến đổi của cầu theo thời gian lần lượt như sau:



Tuy nhiên, nếu điều kiện luôn ẩm ướt hoặc khô thì sẽ không thể hình thành một lớp gỉ đồng nhất. Để lên màu cần phụ thuộc bởi các yếu tố nhiệt độ, độ ẩm, các yếu tố của môi trường khác và biến đổi theo tự nhiên thời gian. Để đáp ứng nhu cầu về thời gian, tiến độ và giá trị thẩm mỹ nên cần phải lên màu nhanh của các công trình, khi đó phải sử dụng các biện pháp xử lý bề mặt (hiện nay mới tạo được một số màu như xanh sẫm, màu vàng nhạt, màu nâu).

Về mức độ gỉ: Tiêu chuẩn đánh giá mức độ gỉ sắt bằng mắt thường được đề xuất như tổng hợp dưới đây [1,2]. Tiêu chuẩn này được sử dụng để quan sát bằng mắt thường tình trạng gỉ sắt của thép chịu thời tiết và thực hiện phân loại mức độ gỉ sắt dựa trên cấu trúc của các hạt gỉ sắt (kích thước, độ dày...). Mức độ gỉ sắt "5", "4", "3" là những trạng thái có tính năng chống ăn mòn. Mức độ gỉ sắt "2" có tính năng đẩy nhanh ăn mòn hơn dự kiến, do đó đây là trạng thái cần chú ý tiến hành quan sát liên tục. Mức độ gỉ sắt "1" có tính năng đẩy nhanh ăn mòn nhanh chóng, cần đưa ra biện pháp xử lý [2].

Cấp	5	4	3
Hình ảnh			
Tình trạng bề mặt lớp gỉ	Rất tốt	Rất tốt	Tốt
Độ dày lớp gỉ	Dưới khoảng 200 (mm)	Dưới khoảng 400 (mm)	Dưới khoảng 400 (mm)
Cấp	2	1	
Hình ảnh			
Tình trạng bề mặt lớp gỉ	Cảnh báo	Không tốt	
Độ dày lớp gỉ	Khoảng 400-800 (mm)	Dưới khoảng 800 (mm)	

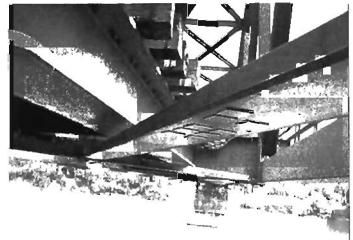
5. TỔNG HỢP KẾT QUẢ KHẢO SÁT BỀ MẶT THÉP VÀ MỨC ĐỘ GỈ TRÊN THÉP TẠI CẦU CHỢ THƯƠNG

Hiện nay, Việt Nam có 4 nhịp cầu giàn đường sắt của cầu Chợ Thương trên tuyến đường sắt Bắc - Nam đã sử dụng thép thời tiết, các nhịp cầu này đã có hơn 15 năm khai thác, hoàn thành vào tháng 5/2000. Cầu thuộc địa

phận huyện Đức Thọ, tỉnh Hà Tĩnh, cách bờ biển khoảng 25km. Kết cấu nhịp cầu thuộc dạng giàn nhịp giản đơn sử dụng vật liệu thép chịu thời tiết được sử dụng do Nhật Bản sản xuất có ký hiệu là SMA400AW, SMA400AP và BP. Các cầu kiện thép ở cao độ cao hơn mặt ray thì để nguyên bề mặt thép không sơn, còn các cầu kiện ở cao độ thấp hơn mặt ray đã được sơn nhám chống ăn mòn do nước thải bắn từ các toa tàu hỏa rò rỉ xuống.



Hình 5.1: Bố trí chung của cầu Chợ Thương



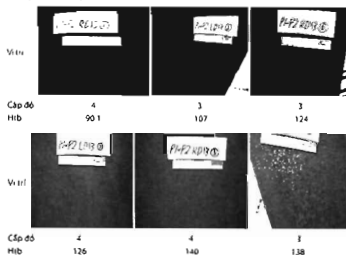
Hình 5.2: Các nút mẫu thử nghiệm

Theo số liệu khảo sát thực tế và đánh giá tình trạng gỉ của thép chịu thời tiết cầu Chợ Thương trong Đề tài nghiên cứu ứng dụng thép chịu thời tiết cho xây dựng cầu ở Việt Nam [1] cho thấy, tình trạng gỉ của thép chịu thời tiết không sơn là tốt. Cấp độ gỉ là cấp 4 thể hiện trong hầu hết các bộ phận của cầu. Cấp độ 3 của gỉ đã được nhìn thấy đôi chỗ trên bề mặt của các thanh chéo của giàn, nơi mà gió thổi qua bị cản trở và bề mặt thép hầu như khô chậm trong trường hợp bị ẩm ướt. Nhưng gỉ cấp độ 3 là trong tình trạng tốt tương tự như gỉ cấp độ 4. Chiều dày trung bình của các lớp gỉ là khoảng 80 đến 140µm đến 190µm của lớp gỉ cấp độ 3 tương ứng. Do lớp gỉ đã phát triển theo xu hướng mở rộng trên bề mặt gỉ không phải theo bề sâu, nên độ dày lớp gỉ không khiến thị sự mất độ dày của thép.

Để gia tăng tính chống ăn mòn, một số loại thép không gỉ có "hàm lượng carbon thấp" hoặc ổn định bằng cách thêm vào các kim loại như Ti, Nb, một số loại thép không gỉ khác có bao gồm thêm molipden. Sự ăn mòn đối với thép không gỉ do đó sẽ xảy ra nếu lớp phim thụ động bị phá hoại và bị cản trở không cho phép sự hình thành trở lại.

Theo số liệu thống kê đo được tại Nhật Bản, mức độ

mật độ dày thép là vào khoảng bằng 30% độ dày lớp gi. Vì vậy, trị số này được cho là vào khoảng 20 đến 40 μ m trong trường hợp gi cấp độ 4 và bằng khoảng 30 đến 60 μ m trong trường hợp gi cấp độ 3. Các trị số này là rất nhỏ và có thể kết luận là thép ở trong tình trạng tốt. Kết quả khảo sát về điều kiện của các bề mặt được sơn của các cấu kiện nằm ở cao độ thấp hơn cao độ mặt ray cũng tốt (Hình 5.3).



Htb(μ m): Độ dày trung bình lớp gi (μ m)
 Hình 5.3: Khảo sát bề mặt thép ở nhịp P3-A2 cầu Chợ Thượng (các vị trí không sơn)

Kết quả khảo sát bề mặt và mức độ gỉ các cấu kiện làm bằng thép chịu thời tiết không sơn của cầu Chợ Thượng đều ở trong tình trạng tốt.

Theo kết quả nghiên cứu của ThS. Mạc Văn Hà và PGS. TS. Nguyễn Thị Tuyết Trinh [2]: "Mức độ tăng ứng suất trong thanh xiên nút giàn, khả năng chịu rách liên kết giữa thanh giàn và bản nút giàn tính theo kết quả ăn mòn thực tế đều lớn hơn khi tính theo kết quả ăn mòn lý thuyết. Sau khi bị ăn mòn, khả năng chịu lực của thanh giàn và bản nút giàn đều lớn hơn giá trị cường độ vật liệu và nội lực của thanh. Do đó có thể thấy, sau 15 năm khai thác, các vị trí liên kết của cầu Chợ Thượng hoàn toàn đảm bảo mức độ an toàn cao về mặt chịu lực".

6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Tỷ lệ ăn mòn của cầu thép chịu thời tiết phải được theo dõi để đánh giá tỷ lệ ăn mòn. Công tác kiểm tra lần đầu khuyến cáo trong thời gian hai năm sau khi thi công và kiểm tra định kỳ khoảng 6 - 10 năm một lần tại các điểm quan trọng được xác định rõ ràng trên kết cấu cầu. Những điểm này cần được xác định trên bản vẽ hoặc trong sổ tay bảo dưỡng cầu, cùng với bản gốc (làm tham chiếu) về đo đặc độ dày được thực hiện vào cuối giai đoạn xây dựng. Nếu sau thời gian 18 năm, lượng mất mát dư bảo vượt quá mức cho phép ban đầu thì các biện pháp khắc phục cần phải được thực hiện. Thời kỳ 18 năm (tương ứng 3 chu kỳ đo đặc) gợi ý rằng tỷ lệ ăn mòn ban đầu là cao trong các dạng của "lớp gi", trước khi giảm xuống một tỷ lệ đặc trưng hơn. Đo đặc chiếu dày cần thực hiện bằng cách sử dụng thiết bị siêu âm chuyên dụng cầm tay, nó sẽ không thiết hại đến lớp "lớp gi" bảo vệ.

Qua kết quả thực hiện theo dõi, giám sát đối với cầu Chợ Thượng cho thấy tình trạng thép cấu tạo, bề dày lớp gi trong khoảng rất thấp sau thời gian sử dụng trên 10 năm. Điều này chứng tỏ việc sử dụng loại thép là phù hợp với khí hậu của Hà Tĩnh. Tuy nhiên, dày mới chỉ là những kết quả ban đầu, mang tính chất đơn lẻ. Để có thể quyết định áp dụng thép chịu thời tiết cần phải thực hiện đánh giá trên cơ sở đo đặc số liệu về khí hậu, môi trường... kết hợp các phương pháp dự báo dài hạn. Trong trường hợp cần thiết có thể nghiên cứu áp dụng phần mềm ước tính lượng ăn mòn bằng phần mềm thích hợp.

Tài liệu tham khảo

- [1]. GS. TS. Nguyễn Viết Trung (2012), *Nghiên cứu ứng dụng thép chịu thời tiết cho xây dựng cầu ở Việt Nam*, Mã số EEC 8.6.
- [2]. Mạc Văn Hà và Nguyễn Thị Tuyết Trinh (2015), *Phân tích đánh giá trạng thái ăn mòn thép chịu thời tiết tại các vị trí liên kết của cầu Chợ Thượng*, Tạp chí GTVT, số tháng 12.
- [3]. *Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11791:2017 ISO 630-5 - Thép kết cấu - điều kiện kỹ thuật khi cung cấp thép chịu ăn mòn khí quyển*.
- [4]. Nippon Steel Corporation (2011), *Thép chịu thời tiết và các ứng dụng*, tháng 3.

Ngày nhận bài: 10/01/2020

Ngày chấp nhận đăng: 26/02/2020

Người phản biện: TS. Nguyễn Văn Hậu

TS. Hoàng Việt Hải