

VẤN ĐỀ GỈ THÉP VÀ CÁC BIỆN PHÁP LÀM SẠCH GỈ THÉP TRONG XÂY DỰNG

TS. Phạm Văn Khoan, KS. Nguyễn Quang Toàn, CN. Vũ Thế Phương, CN. Trần Nam
Phòng Nghiên cứu Ăn mòn và Bảo vệ công trình
Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Gỉ là các sản phẩm của quá trình ăn mòn hình thành do phản ứng của thép với hơi nước và oxy không khí. Gỉ thép trong quá trình bảo quản, gia công lắp dựng trước khi sử dụng có ảnh hưởng lớn đến chất lượng công trình xây dựng. Gỉ thép không những làm suy giảm lực liên kết giữa thép với lớp bảo vệ bên ngoài mà hơn nữa nó còn là nguyên nhân gây ra hiện tượng ăn mòn, sớm phá hủy kết cấu đặc biệt đối với công trình xây dựng vùng biển. Có nhiều giải pháp xử lý gỉ thép như phương pháp cơ học, điện hóa, hóa học... trong đó sử dụng chất biến đổi gỉ là giải pháp có nhiều ưu điểm hơn cả. Các kết quả nghiên cứu và ứng dụng tại Việt Nam bước đầu cho thấy sử dụng chất biến đổi gỉ xử lý gỉ thép an toàn, đảm bảo khả năng chống ăn mòn, không độc hại, dễ sử dụng và chi phí thấp.

1. Đặt vấn đề

Gỉ thép là hiện tượng phổ biến và thường gặp trong xây dựng. Tại vị trí nào có thép thì hầu như đều xuất hiện gỉ đi kèm nếu không có các biện pháp bảo vệ thích hợp. Hiện tượng gỉ thép thường gặp nhất đối với các loại thép trần, chỉ sau một thời gian ngắn tiếp xúc với môi trường bên ngoài đã có xuất hiện các vết gỉ màu vàng nhạt đến nâu làm giảm các tính năng cơ lý của thép, dẫn tới giảm chất lượng thép, nghiêm trọng hơn có thể gây ra các sự cố công trình.



Hình 1. Hiện tượng gỉ thép và phá hủy kết cấu bê tông cốt thép

Để tăng cường khả năng làm việc lâu dài của thép, trước khi sử dụng phải áp dụng các biện pháp làm sạch bề mặt. Tuy nhiên trong điều kiện khí hậu nóng ẩm của Việt Nam, phần lớn thép nhanh chóng bị gỉ khi tiếp xúc với môi trường xung quanh [1]. Các giải pháp làm sạch gỉ thông thường tốn nhiều chi phí, thời gian đồng thời không đảm bảo khả năng bảo vệ thép lâu dài, có khả năng tiềm ẩn dẫn tới xuất hiện các sự cố do ăn mòn thép trong xây dựng.

Do vậy việc nghiên cứu các các biện pháp kỹ thuật xử lý gỉ, bảo quản thép trong điều kiện Việt Nam là cần thiết và cấp bách góp phần hạn chế tối đa sự cố công trình, đảm bảo và nâng cao chất lượng công trình đạt tuổi thọ theo thiết kế.

2. Hiện tượng và phân loại và bản chất của gỉ thép

Gỉ là sản phẩm quá trình ăn mòn thép do tác dụng của các yếu tố tự nhiên như nước, oxy không khí với sắt. Gỉ thép có thể phân thành nhiều loại theo nhiều phương pháp khác nhau tùy thuộc vào thành phần, tính chất của gỉ nhưng phương pháp phổ biến nhất là phân loại theo hình dạng của gỉ thép.

Bảng 1 - Mức độ gỉ của bề mặt thép trước khi làm sạch [4]

Ký hiệu mức độ gỉ	Trạng thái bề mặt tương ứng
A	Đã chớm có gỉ nhưng còn rất ít.
B	Bề mặt thép đã bắt đầu có các đốm gỉ dạng bụi phấn và gỉ có thể bong ra.
C	Bề mặt thép có vảy gỉ dạng hạt bong ra hoặc cạo ra được, xuất hiện các vết lõm nhỏ nhìn thấy được.
D	Bề mặt thép có nhiều vảy gỉ lớn bong ra, xuất hiện nhiều vết lõm nhỏ dễ nhìn thấy bằng mắt thường.

Các loại gỉ khác nhau có liên quan mật thiết đến nhau: gỉ vảy loại D được tạo thành từ gỉ hạt loại C, còn gỉ hạt được tạo thành từ gỉ phấn loại B... Thành phần của các loại gỉ cũng tương đối giống nhau, chỉ khác chỉ khác nhau cơ bản về hàm lượng các loại oxyt và hydroxyt trong đó.

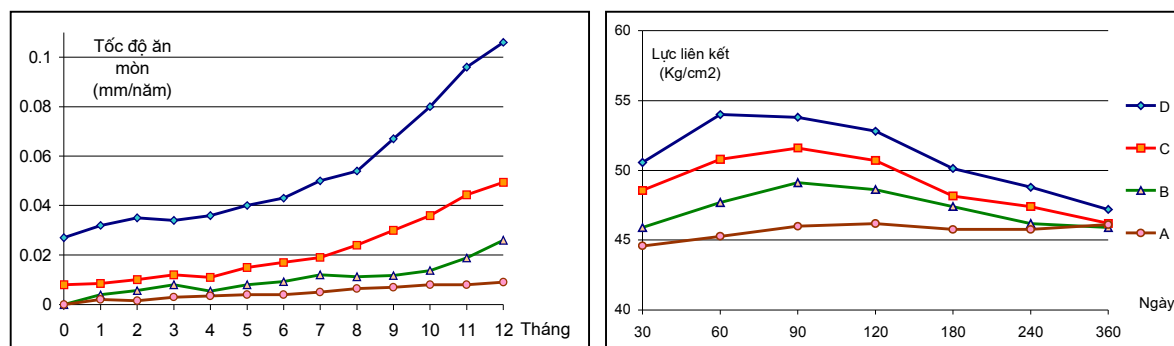
Về bản chất hoá học, gỉ thép là các oxyt hay hiđrôxyt sắt như goethite ($\alpha\text{-FeOOH}$), akaganetite ($\beta\text{-FeOOH}$), lepidocroxite ($\gamma\text{-FeOOH}$), oxyt sắt từ magnetite (Fe_3O_4), maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) và hematite ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Gỉ từ những loại hợp chất này tạo thành các lớp liên tục khác nhau được liên kết lại từ những hạt gỉ nhỏ phần lớn ở trạng thái hoạt động gây gỉ và ăn mòn sâu vào bên trong thép [6,7].

3. Ảnh hưởng của gỉ thép đến tới chất lượng công trình xây dựng

Gỉ thép chưa xử lý có ảnh hưởng lớn đến chất lượng công trình xây dựng. Đây cũng là một trong các nguyên nhân chính dẫn đến sớm phá hủy kết cấu thép và bê tông cốt thép đặc biệt đối với các công trình xây dựng vùng biển [1,5].

Với các kết cấu thép không được bảo vệ, sau 1 năm thử nghiệm cho thấy tùy thuộc vào môi trường nói chung lượng thép hao hụt từ 500 đến 2000g/m². Ngoài ra còn làm suy giảm lực bám dính giữa thép với lớp phủ bảo vệ và gây ra ăn mòn điểm. Điều đó dẫn tới mất khả năng bảo vệ của các lớp phủ bên ngoài.

Một số kết quả nghiên cứu của Viện KHCN Xây dựng cho thấy gỉ cốt thép nếu chưa được làm sạch hoàn toàn có ảnh hưởng lớn đến chất lượng bê tông cốt thép, chủ yếu ở hai yếu tố là giảm lực liên kết giữa thép với bê tông và tăng mức độ ăn mòn của thép trong bê tông theo thời gian [2].



Hình 2. Tốc độ ăn mòn và lực liên kết của thép trong bê tông

Các kết quả thử nghiệm sau 1 năm chỉ ra rằng nếu thép chưa làm sạch gỉ, lực liên kết giữa thép gỉ ở các mức độ A, B, C, và D với bê tông trong thời điểm đầu có tăng tuy nhiên theo thời gian thì có xu hướng giảm dần (Hình 2).

Nguyên nhân chính dẫn đến hiện tượng này được xem là do thép gỉ có diện tích bề mặt lớn hơn thép thường, lực ma sát tạo ra lớn nên lực liên kết với bê tông cao. Tại thời điểm ban đầu sản phẩm gỉ tiếp tục phát triển gây nở tạo ứng suất ép vào bề mặt bê tông nên lực liên kết lớn hơn và tăng dần. Tuy nhiên dần dần theo thời gian thì gỉ thép càng phát triển, sản phẩm gỉ tạo thành không còn tính liên kết với thép nền nên lực liên kết giảm dần.

Bên cạnh đó gỉ thép do chưa được xử lý nên cũng là mầm tạo điều kiện thúc đẩy quá trình ăn mòn phát triển. Bình thường thép sau một thời gian làm việc lâu dài, do các yếu tố bên ngoài xâm thực tác động mạnh mới tạo thành gỉ. Nhưng thép đã có sẵn gỉ thì các vết gỉ có tính chất xốp, là nơi tích tụ nhiều oxy và hơi ẩm sẽ dễ dàng phát triển gỉ nhanh và mạnh hơn nhiều. Tại thời điểm ban đầu, gỉ thép mới tạo thành còn bị ức chế bởi môi trường kiềm trong bê tông nhưng theo thời gian môi trường kiềm trong bê tông không còn khả năng tái tạo màng thụ động bảo vệ, gỉ thép tiếp tục phát triển và tốc độ ăn mòn thép tăng.

Do vậy, dù với bất cứ dạng gỉ nào cũng có thể nhận thấy nếu không được xử lý triệt để hoàn toàn thì gỉ thép là nguyên nhân chủ yếu làm suy giảm khả năng làm việc của kết cấu bê tông cốt thép, dẫn tới nguy cơ tiềm ẩn xảy ra các sự cố công trình.

4. Các phương pháp xử lý gỉ thép

Do gỉ thép có ảnh hưởng lớn đến chất lượng bê tông cốt thép nên các tiêu chuẩn về thi công, nghiệm thu thép trong xây dựng cũng đã đều có các quy định bắt buộc phải làm sạch gỉ thép trước khi đổ bê tông [3,4]. Bên cạnh đó các nhà khoa học trên thế giới cũng như ở Việt Nam đã có nhiều công trình nghiên cứu nhằm giải quyết vấn đề này, dưới đây là một số biện pháp làm sạch và xử lý gỉ thép được áp dụng trong xây dựng.

Bảng 2. Một số phương pháp xử lý gỉ thép

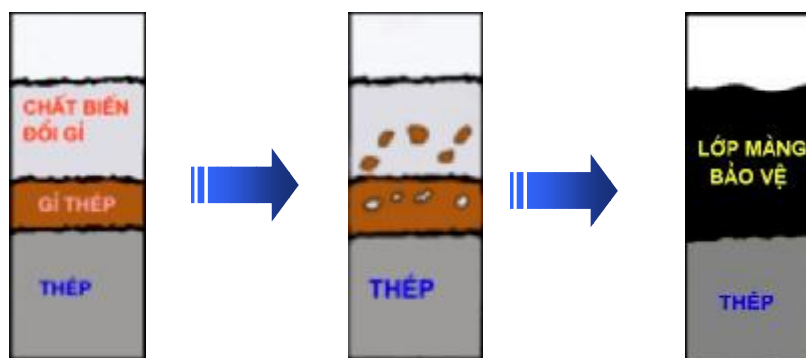
TT	Các phương pháp xử lý gỉ thép		
	Cơ học	Điện hóa	Hóa học
Mô tả	Sử dụng các công cụ, thiết bị làm sạch gỉ bằng các tác động cơ học như chà sát, va đập	Làm sạch gỉ bằng dòng điện dựa trên các phản ứng điện phân	Sử dụng các hóa chất có tham gia phản ứng hóa học với gỉ thép
Ưu điểm	- Làm sạch gỉ tốt - Dụng cụ và thiết bị sử dụng đơn giản - Lao động phổ thông, không cần kỹ thuật cao.	- Làm sạch gỉ tốt - Có khả năng làm sạch gỉ ở các vị trí phức tạp	- Có khả năng làm sạch gỉ ở các vị trí phức tạp. - Dễ áp dụng cả trong xưởng lẫn ngoài công trường - Tạo màng bảo vệ lâu dài
Nhược điểm	- Thép nhanh bị tái gỉ trở lại - Gây ô nhiễm môi trường - Gây ảnh hưởng đến sức khỏe người lao động	- Chỉ làm sạch được các kết cấu có kích thước nhỏ - Khó áp dụng ngoài công trường. - Thiết bị và máy móc phức tạp	- Chất lượng làm sạch gỉ phụ thuộc nhiều vào hóa chất sử dụng

Trong thực tế, để đạt hiệu quả tối ưu thì tùy thuộc từng công đoạn, loại kết cấu mà người ta phối hợp các phương pháp làm sạch gỉ khác nhau nhằm đạt kết quả cao nhất.

5. Xử lý gỉ thép bằng chất biến đổi gỉ

Xử lý gỉ thép bằng chất biến đổi gỉ là một trong các giải pháp xử lý gỉ bằng phương pháp hóa học trong đó chất biến đổi gỉ tham gia phản ứng với sản phẩm gỉ thép tạo thành hợp chất phức tạp, bền có khả năng bảo vệ thép chống ăn mòn lâu dài [2,6].

Chất biến đổi gỉ do Viện KHCN Xây dựng nghiên cứu và sản xuất có thành phần chủ yếu dựa trên tổ hợp chất axit polyhidroxybenzoic kết hợp với một số muối, axit hữu cơ và phụ gia khác. Khi quét lên bề mặt thép đã bị gỉ, chất biến đổi gỉ thấm sâu vào trong lớp gỉ xốp, tham gia phản ứng với các ion Fe^{2+} , Fe^{3+} tạo thành phức có màu từ xám đến đen tùy thuộc vào thành phần của gỉ thép. Lượng chất biến đổi gỉ còn dư còn tự liên kết lại với nhau thành một lớp màng liên tục chắc đặc.



Hình 3. Cơ chế hoạt động của chất biến đổi gỉ

Nhờ có lớp màng bảo vệ tạo thành che chắn nên thép sau khi được xử lý bằng chất biến đổi gỉ có thể được bảo vệ lâu dài trong nhiều điều kiện thời tiết khắc nghiệt. Một số kết quả thử nghiệm trong điều kiện bình thường cho thấy lớp màng bảo vệ do chất biến đổi gỉ tạo thành có khả năng bảo vệ thép trong khí quyển không bị ăn mòn tới 24 tháng.

Một số ưu điểm chính của chất biến đổi gỉ so với các phương pháp làm sạch gỉ khác là:

- Có thể áp dụng cho các mọi loại thép có cấu tạo phức tạp.
- Khả năng chuyển hóa gỉ hoàn toàn, bảo vệ lâu dài chống ăn mòn.
- Không làm giảm lực liên kết với bê tông, các loại sơn phủ.
- Giá thành rẻ, dễ thi công, không gây độc hại đến người sử dụng.

Do đó việc sử dụng chất biến đổi gỉ sẽ góp phần cải thiện và nâng cao đáng kể chất lượng các công trình xây dựng đặc biệt với các công trình vùng biển, chịu tác động ăn mòn mạnh của môi trường xâm thực.

6. Một số kết quả ứng dụng chất biến đổi gỉ

Trong thời gian qua đã có nhiều công trình xây dựng tại Việt Nam sử dụng chất biến đổi gỉ trong công tác xử lý gỉ và bảo quản thép đạt hiệu quả cao kể cả về mặt kinh tế lẫn kỹ thuật.

6.1 Cảng Nha Trang, Khánh Hòa

Cảng Nha Trang là một trong những cảng quan trọng nhất của khu vực miền Trung. Để đáp ứng nhịp độ phát triển kinh tế và du lịch ngày càng cao, năm 1999 dự án cải tạo nâng cấp và xây mới Cảng Nha Trang được tiến hành thực hiện với cảng mới có tải trọng là 20.000T với số vốn đầu tư là 149 tỷ đồng.

Công trình xây dựng khu vực cảng Nha Trang chịu tác động mạnh của môi trường biển nên thép bị gỉ rất nhanh. Cốt thép có thể bị ăn mòn ngay từ khi lắp dựng trước khi đổ bê tông. Để hạn chế và ngăn chặn hiện tượng này toàn bộ cốt thép được phun chất biến đổi gỉ sau khi gia công lắp dựng. Sau khi xử lý xong cốt thép không xuất hiện gỉ trong vòng 15-30 ngày, đảm bảo chất lượng thép trước khi đổ bê tông.



a. Thép trước khi xử lý



b. Thép đã xử lý



c. Gỉ cốt thép dầm



d. Cốt thép dầm sau khi xử lý

Hình 4. Xử lý gỉ cốt thép tại cảng Nha Trang

Các kết quả thí nghiệm trước và sau khi công trình hoàn thành đều cho thấy chất biến đổi gỉ có tác dụng ngăn ngừa và giảm các nguy cơ về ăn mòn cốt thép đáng kể. Hiện công trình đã xây dựng xong và đi vào hoạt động bình thường đảm bảo chất lượng tốt.

6.2 Nhà máy EVG-3D, công ty Thế Kỷ Mới, Thừa Thiên Huế

Hạng mục đường nội bộ trong Nhà máy EVG-3D rộng 8 m và dài khoảng 2km được đổ bằng bê tông toàn khối dày trung bình 200 mm, hai lớp thép gai $\phi 10$ a200. Do phải ngừng thi công trong một thời gian nên toàn bộ thép dùng làm đường do không được bảo quản tốt đã bị gỉ rất nặng.



Hình 5. Gỉ thép và phun chất biến đổi gỉ xử lý gỉ thép

Một số giải pháp làm sạch gỉ thép đã được đưa ra trong đó có phương án làm sạch gỉ theo phương pháp cơ học. Tuy nhiên sau khi làm sạch gỉ xong thép nhanh chóng bị tái

gỉ lại sau chỉ vài giờ. Hơn nữa phương pháp này còn rất tốn kém về nhân công và thiết bị làm sạch gỉ. Do vậy phương án này không được tiếp tục sử dụng.

Bằng cách sử dụng chất biến đổi gỉ, sau khi phun đều lên toàn bộ bề mặt các thanh thép, thép không còn bị tái gỉ lại. Đồng thời lớp gỉ đã được chuyển hóa hoàn toàn thành lớp màng thụ động trơn và bền. Các kết quả kiểm tra cho thấy sau khi xử lý gỉ thép đạt đầy đủ các tính năng cơ lý cần thiết cho thép cốt bê tông.



Hình 6. Thép sau khi được xử lý

Hiện nay toàn bộ số thép sau khi xử lý đã được sử dụng, kết quả ban đầu cho thấy chất lượng thép và bê tông tốt đảm bảo khả năng làm việc lâu dài của công trình.

7. Kết luận

Qua một số kết quả nghiên cứu bước đầu về gỉ thép và các phương pháp xử lý làm sạch gỉ thép, chúng tôi rút ra một số kết luận sơ bộ như sau:

- Gỉ thép là hiện tượng phổ biến, nếu không có biện pháp xử lý tốt sẽ gây ảnh hưởng lớn đến chất lượng và tiềm ẩn khả năng xảy ra sự cố công trình.
- Có nhiều giải pháp xử lý gỉ như phương pháp cơ học, điện hóa, hóa học trong đó phương pháp sử dụng chất biến đổi gỉ là thích hợp với điều kiện Việt Nam hơn cả.

Một số kết quả ứng dụng bước đầu cho thấy xử lý gỉ thép bằng chất biến đổi gỉ có hiệu quả kinh tế kỹ thuật cao cần được phổ biến áp dụng rộng rãi nhằm nâng cao chất lượng, hạn chế sự cố công trình xây dựng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cao Duy Tiến, Lê Quang Hùng, Phạm Văn Khoan; Tài liệu kỹ thuật " *Chống ăn mòn và Bảo vệ các công trình bê tông cốt thép vùng biển* " ; Viện KHCN Xây dựng, Hà Nội, 10/2002.
2. TS. Phạm Văn Khoan, KS Trần Nam; " *Nghiên cứu chế tạo chất biến đổi gỉ bảo vệ và chống ăn mòn cốt thép trong bê tông* "; Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học cán bộ trẻ lần thứ VII, Viện KHCN Xây dựng, Hà Nội, 07/2003.
3. TCXDVN 327:2004 *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép- Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển.*
4. TCXDVN 334:2005 *Quy phạm sơn thiết bị và kết cấu thép trong xây dựng dân dụng và công nghiệp.*
5. García K.E, Morales A.L, Arroyave C.E, Barrero C.A and Cook D.C; *Mössbauer Characterization of Rust Obtained in an Accelerated Corrosion Test*; Hyperfine Interactions, Kluwer Academic Publishers, Volume 148/149, Issue 1/4, 2003.
6. Griselda Guidoni, Marcela Vázquez; *An evaluation of rust conversion coating in simulated reinforced concrete pore solution*; Anti-Corrosion Methods and Materials, Volume 1, Number 1, 18-24 pg; Emerald Group Publishing, 2004.
7. P. Munayco, D. R. Sanchez, E. Baggio-Saitovitch, L. M. Ocampo, O. R. Mattos, I. C. P. Margarit; *Rust converters based in phosphoric and tannic acids and their reaction mechanisms under different corrosive solutions studied by Mössbauer spectroscopy*; Federal University of Rio de Janeiro, EQ, Inorg. Proc. Dep. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.