

Kết quả điều tra tình trạng của thép chịu thời tiết áp dụng ở cầu Chợ Thượng

TS. NGUYỄN THỊ TUYẾT TRINH
Trường Đại học Giao thông vận tải
TS. MASAhide TAKAGI
Tập đoàn Nippon Steel & Sumitomo Metal

Tóm tắt: Cầu Chợ Thượng được xây dựng vào năm 1999 ở tỉnh Hà Tĩnh, Việt Nam, sử dụng vật liệu thép chịu được thời tiết dựa trên Tiêu chuẩn JIS của Nhật Bản. Để đánh giá tình trạng gỉ của loại thép chịu thời tiết này sau 13 năm khai thác, nhóm nghiên cứu của Trường Đại học Giao thông vận tải (Việt Nam) và Tập đoàn thép Nippon Steel & Sumitomo Metal (Nhật Bản) đã cùng nhau tiến hành nghiên cứu điều tra tình trạng ăn mòn của cầu từ năm 2005 đến nay. Bài báo trình bày tóm tắt kết quả điều tra, đánh giá tình trạng ăn mòn của thép chịu thời tiết ở cầu Chợ Thượng. Qua đó có thể đánh giá rằng thép chịu thời tiết hoàn toàn có thể áp dụng được ở Việt Nam.

Từ khóa: Thép chịu thời tiết, chống ăn mòn, gỉ bảo vệ.

Abstract: Cho Thuong Bridge was constructed in 1999 in Ha Tinh province of Vietnam, using weathering steel materials based on the Japanese standard JIS. To assess the status of the weathering steel after 13 years of service, the research group from the University of Transport and Communications of Vietnam and Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation of Japan have together process study and investigating of corrosion status of the bridge from 2005 to present. This article presents a summary of the investigation results, assessment of corrosion status of weathering steel in Cho Thuong Bridge. Thereby can appreciate that, fully weathering steel can be applied in Vietnam.

1. Giới thiệu

Công trình cầu chiếm một vị trí quan trọng trong cơ sở hạ tầng xã hội. Theo Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN 272-05, yêu cầu tuổi thọ của cầu là 100 năm. Ở các nước phát triển như Hoa Kỳ, Nhật Bản..., bên cạnh việc đầu tư rất lớn cho xây dựng cơ sở hạ tầng, các công nghệ tiên tiến cũng được nâng cao. Tuy nhiên, đến nay, sau một thời gian dài khai thác, sự gia tăng của chi phí bảo trì cho cơ sở hạ tầng đó đã trở thành một vấn đề của các nước phát triển. Do đó, vấn đề đặt ra là đối với một công trình xây dựng không chỉ phải giảm chi phí xây dựng mà còn phải giảm tổng chi phí vòng đời cho công trình đó (LCC), bao gồm chi phí qui hoạch, thiết kế, xây dựng và duy tu bảo dưỡng. Trong công trình cầu thép, để giảm được LCC, việc nghiên cứu vật liệu có thể duy trì tính năng trong vòng tuổi thọ 100 năm với chi phí duy tu bảo dưỡng ít (chi phí cho sơn phủ) đang trở thành mối quan tâm lớn.

Thép chịu thời tiết là một loại thép được tạo ra bằng cách thêm một lượng nhỏ Cu, Ni, Cr như ở Bảng 1.

Sự phát triển của ăn mòn sẽ bị ngăn chặn do tác động của các yếu tố hợp kim này, lớp gỉ sắt tạo ra có khả năng dính chặt dày đặc trên bề mặt của vật liệu thép và bảo vệ bề mặt của thép, gọi là “gỉ bảo vệ”. Tuy nhiên, không phải trong môi trường nào lớp gỉ bảo vệ cũng được sinh ra. Do đó, khi sử dụng thép chịu thời tiết, cần phải lưu ý đến môi trường xung quanh để xét đến sự phù hợp khi áp dụng nó. Nhóm nghiên cứu của Bộ môn Công trình giao thông thành phố, Trường Đại học GTVT và Tập đoàn thép Nippon Steel & Sumitomo Metal đã, đang và sẽ tiến hành nghiên cứu và thử nghiệm các mẫu đặt ngoài trời để kiểm tra khả năng áp dụng, đặc biệt để xác định được ứng xử của thép chịu thời tiết trong môi trường của Việt Nam.

Bảng 1. Thành phần hóa học của thép chịu thời tiết

Loại thép tham khảo	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Tiêu chuẩn
Thép thông thường/ SM490Y (cần sơn phủ)	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.65	≤ 0.035	≤ 0.035	—	—	—	JIS G3106
Thép chịu thời tiết/ SMA490W (không cần sơn phủ)	≤ 0.18	0.15-0.65	≤ 1.40	≤ 0.035	≤ 0.035	0.30-0.50	0.05-0.30	0.45-0.75	JIS G3114

Cầu đầu tiên sử dụng thép chịu thời tiết ở Việt Nam là cầu Chợ Thượng ở tỉnh Hà Tĩnh. Hình 1 là hình ảnh cầu được chụp sau 13 năm đưa vào khai thác hoàn toàn không cần sơn phủ. Trên hình màu cũng có thể nhận ra được màu của lớp “gỉ bảo vệ”.

Cầu Chợ Thượng là ví dụ điển hình của việc áp dụng thép chịu thời tiết không cần sơn phủ ở Việt Nam, trải qua 13 năm khai thác an toàn, do đó nhóm nghiên cứu của Bộ môn Công trình giao thông thành phố - Trường Đại học GTVT và Tập đoàn thép Nippon Steel & Sumitomo Metal đã tiến hành điều tra khảo sát tình trạng ăn mòn vật liệu thép chịu thời tiết của cầu này. Bài báo báo cáo tóm tắt kết quả điều tra tình trạng ăn mòn của thép chịu thời tiết của cầu Chợ Thượng, đồng thời qua đó đánh giá khả năng áp dụng của loại thép này ở Việt Nam.

2. Khái quát công tác điều tra thép chịu thời tiết ở cầu Chợ Thượng

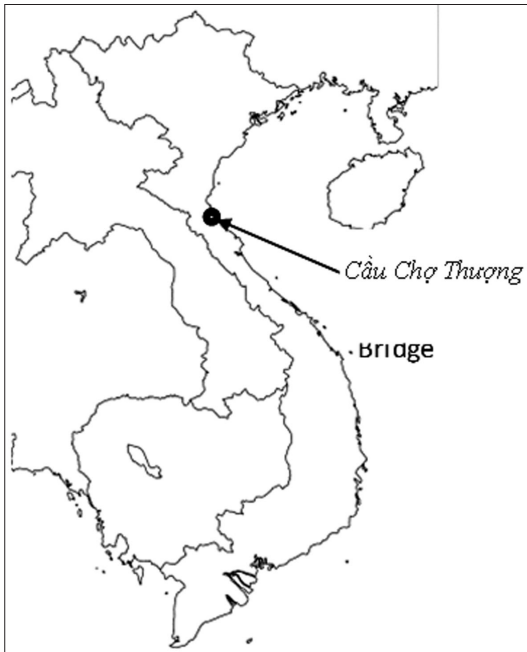
2.1. Giới thiệu cầu Chợ Thượng

Cầu Chợ Thượng ở tỉnh Hà Tĩnh, Việt Nam nằm trên tuyến đường sắt Thống nhất Bắc - Nam, cách Hà Nội khoảng 338km, cách bờ biển khoảng 25km. Cầu được xây dựng xong vào năm 1999 bằng vốn hỗ trợ phát triển chính thức của Nhật Bản (ODA). Cầu sử

dụng vật liệu thép tiên tiến - thép chịu thời tiết (thép SMA-W do Tập đoàn Nippon Steel chế tạo theo Tiêu chuẩn JIS của Nhật Bản). Cầu dài 258,4m bắc qua sông Lam gồm 4 kết cấu nhịp giàn giản đơn dài 61,3m. Toàn bộ phần cấu tính từ ray trở lên không cần sơn phủ, phần cấu tính từ ray trở xuống được sơn phủ do xét đến ảnh hưởng của nước thải trên cầu.



Hình 1: Ảnh chụp cầu Chợ Thượng năm 2012



Hình 2: Vị trí cầu Chợ Thượng

2.2. Phương pháp điều tra

Vị trí của cầu nằm ở khu vực có khí hậu nhiệt đới, khi phân loại theo TOW (Time of Wetness - thời gian bị ướt), cầu này thuộc loại T5. Có thể nói điều kiện môi trường này tương đối khắc nghiệt đối với hiện tượng ăn mòn của thép. Tuy nhiên, vị trí cầu cách bờ biển khoảng 25km nên ít bị ảnh hưởng bởi độ mặn - nhân tố ảnh hưởng lớn nhất đối với tình trạng gỉ sắt của thép chịu thời tiết.

Đánh giá chức năng chống ăn mòn của thép chịu thời tiết được thực hiện bằng cách đánh giá tình trạng của lớp gỉ sắt hình thành trên bề mặt của vật liệu thép, lớp gỉ sắt này được coi là lớp gỉ bảo vệ có thể phát huy chức năng chống ăn mòn.

Các hạng mục điều tra thể hiện ở Bảng 2. Công nghệ điều tra là một trong những phương pháp đánh giá tình trạng gỉ sắt của thép chịu thời tiết đã được công nhận ở Nhật Bản.

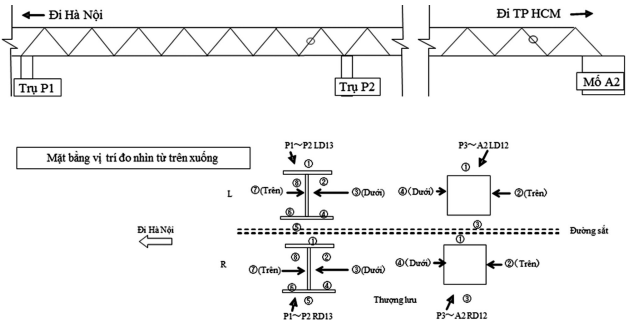
Bảng 2. Các hạng mục điều tra

TT	Hạng mục điều tra	Nội dung
1	Đánh giá chung tình trạng gỉ sắt	Đánh giá chung tình trạng gỉ sắt bằng mắt thường và phân loại mức độ gỉ sắt
2	Đo chiều dày ăn mòn của gỉ sắt	Đo độ dày của gỉ sắt tại 9 điểm bằng máy đo màng dày điện từ và tính toán độ dày trung bình của lớp gỉ sắt
3	Đo sức kháng thấm ion của bề mặt gỉ sắt	Đo sức kháng thấm ion bằng dụng cụ đo lường để đo được chiều dày gỉ sắt và đánh giá tình trạng gỉ sắt mang tính định lượng.

Việc điều tra trạng thái gỉ sắt của cầu này được tiến hành ba lần: Lần 1 vào tháng 2/2008, lần 2 vào tháng 11/2010 và lần 3 vào tháng 11/2011.

2.3. Vị trí điều tra

Vị trí điều tra như thể hiện ở Hình 3. Theo nghiên cứu tại Nhật Bản, do hình dạng của mặt cắt của từng thành phần kết cấu khác nhau mà điều kiện ảnh hưởng của mưa rơi, ánh sáng mặt trời, gió... cũng khác nhau. Do đó, tình trạng gỉ của thép chịu thời tiết cũng khác nhau tùy theo vị trí của mặt cắt kết cấu.

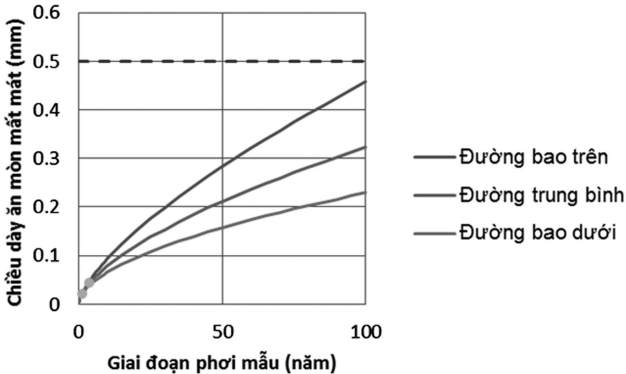


Hình 3: Vị trí điều tra ăn mòn ở cầu Chợ Thượng

Trong quá trình điều tra gỉ sắt của cầu Chợ Thượng, tập trung vào 4 thanh chéo của giàn có mặt cắt khác nhau là mặt cắt chữ H và mặt cắt hình hộp. Để xác định được ảnh hưởng do điều kiện môi trường cục bộ tại các thanh là khác nhau, quan sát và đo đặc tình trạng gỉ sắt của mỗi mặt xung quanh mặt cắt các thanh đó. Khi xác định mức độ gỉ sắt, tiến hành điều tra đơn giản bằng mắt thường trước, sau đó xác định tình trạng gỉ sắt của các thanh tiêu biểu cho toàn cầu.

3. Kết quả điều tra tình trạng ăn mòn thép chịu thời tiết ở cầu Chợ Thượng

3.1. Dự đoán lượng mất mát ăn mòn lâu dài



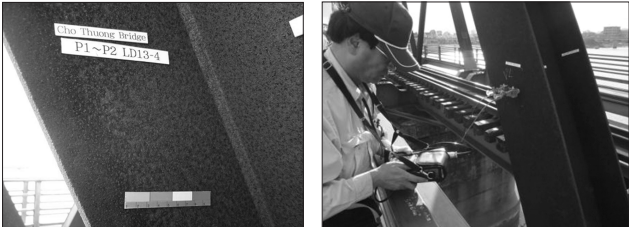
Hình 4: Biểu đồ mất mát ăn mòn thống kê kê từ số liệu thí nghiệm

Dựa trên kết quả nghiên cứu tại Nhật Bản, lượng

mất mát ăn mòn trong 100 năm được ước tính ra như ở Hình 4 trong các môi trường ăn mòn khắc nghiệt nhất, do đó mất mát do ăn mòn cho phép trong 100 năm ở Nhật Bản được lấy là 0,5mm. Khi lượng ăn mòn nhỏ hơn giá trị này, chức năng chống ăn mòn của kết cấu thép được đánh giá là đầy đủ.

3.2. Kiểm tra gỉ sắt bằng mắt thường

Hình 5a là tình trạng bề mặt thép tại vị trí thanh chéo của cầu.



Hình 5: Quan sát và đo gỉ sắt ở mặt ngoài thanh chéo mặt cắt hình hộp

Phương pháp đánh giá gỉ sắt bằng mắt thường được đề xuất như ở Bảng 3. Phương pháp này được sử dụng để đánh giá bằng mắt tình trạng gỉ sắt của thép chịu thời tiết. Phân loại mức độ gỉ sắt được thực hiện dựa trên cấu trúc của các hạt gỉ sắt (kích thước, độ dày...). Khi bề mặt gỉ thô sần, nó được cho rằng không có khả năng bảo vệ, không thể kiểm chế quá trình gỉ sắt tiếp theo. Mức độ gỉ sắt “5”, “4”, “3” là những trạng thái có tính năng chống ăn mòn. Ngoài ra, 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 bề mặt.

Bảng 3. Phương pháp đánh giá gỉ sắt bằng mắt thường

Mức độ gỉ sắt	Trạng thái	Hiện tượng điển hình	Chiều dày gỉ sắt	Hình minh họa
5	Thông thường	Gỉ sắt mỏng do tốc độ ăn mòn rất thấp	Nhỏ hơn 200µm	
4		Các hạt gỉ sắt nhỏ hơn 1mm theo kích thước trung bình nằm ngang	Nhỏ hơn 400µm	
3		Các hạt gỉ sắt từ 1 - 5mm theo kích thước trung bình nằm ngang		
2	Yêu cầu quan trắc theo dõi	Gỉ sắt như hình con cá	Từ 400µm - 800µm	
1	Không mong đợi	Gỉ sắt dày và to	Lớn hơn 800µm	

Bảng 4 là kết quả đánh giá mức độ gỉ sắt của mỗi loại mặt cắt ngang tại cầu Chợ Thượng. Khi kiểm tra bằng mắt thường, toàn bộ các thanh kiểm tra đều được đánh giá là gỉ sắt ở mức độ khá tốt, đó là mức độ “3” và “4”. Theo kinh nghiệm của Nhật Bản, để có thể hình thành lớp gỉ bảo vệ của thép chịu thời tiết, cần phải có sự thay đổi lặp đi lặp lại hiện tượng khô, ẩm một cách thích hợp. Tại các vị trí mà mưa không rửa trôi được, bức xạ của mặt trời cũng không làm khô

được thì dễ có xu hướng bị gỉ thô sần. Phía mặt dưới của các thanh xiên, trong khoảng từ năm 2009 - 2012 mức độ gỉ sắt thay đổi từ “4” sang “3” do vị trí của các thanh xiên này như nói ở trên là mưa không tới được, bức xạ của mặt trời cũng không đến được, nên ăn mòn cục bộ dễ tiến triển.

Xu hướng của các vị trí thanh xiên có môi trường ăn mòn như trên cũng giống như những hiện tượng được thấy ở Nhật Bản, tuy nhiên ra mức độ ăn mòn “3” cũng được đánh giá là có đủ chức năng chống ăn mòn. Do đó, chức năng chống ăn mòn của cầu Chợ Thượng được đánh giá là tốt và hoàn toàn không có vấn đề gì.

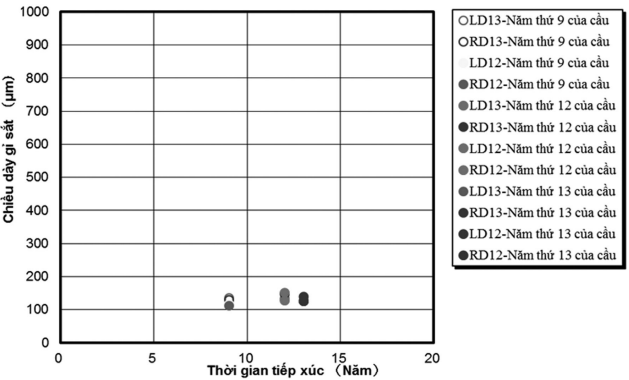
Bảng 4. Kết quả đánh giá mức độ gỉ sắt quan sát bằng mắt thường ở cầu Chợ Thượng (Vị trí ăn mòn xem Hình 3)

Điểm đo	Mức độ gỉ sắt					
	2/2008 (Sau 9 năm)	11/2010 (Sau 12 năm)	11/2011 (Sau 13 năm)	2/2008 (Sau 9 năm)	11/2010 (Sau 12 năm)	11/2011 (Sau 13 năm)
Mặt cắt chữ H	Thanh chéo LD 13 trên nhịp P1-P2 phía Đông			Thanh chéo RD 13 trên nhịp P1-P2 phía Tây		
Mặt 1	4	4	4	4	4	4
Mặt 2	4	4	4	4	4	4
Mặt 3	4	4	4	4	4	4
Mặt 4	4	3	3	4	3	3
Mặt 5	4	4	4	4	4	4
Mặt 6	4	4	4	4	4	4
Mặt 7	4	4	4	4	4	4
Mặt 8	4	4	4	4	4	4
Mặt cắt hình hộp	Thanh chéo LD 12 trên nhịp P3-A2 phía Đông			Thanh chéo RD 12 trên nhịp P3-A2 phía Tây		
Mặt 1	4	4	4	4	4	4
Mặt 2	4	4	4	4	4	4
Mặt 3	4	4	4	4	4	4
Mặt 4	4	3	3	4	4	4

3.3. Đo chiều dày gỉ sắt

Các số liệu về chiều dày gỉ sắt từ năm 2009 - 2013 đã được nhóm nghiên cứu đo đạc và ghi chép lại. Sau đó xây dựng biểu đồ thể hiện chiều dày gỉ sắt thay đổi qua các năm như Hình 6.

Tương ứng với qui định mức độ gỉ ở Bảng 3, Hình 6 cho thấy chiều dày lớp gỉ qua các năm hầu như không thay đổi và duy trì ở một giá trị nhất định. Kể cả có xét đến khả năng mất mát của gỉ sắt trên bề mặt thép, có nghĩa là hình thành lớp gỉ mới, thì hiện tượng chiều dày gỉ sắt không thay đổi cho thấy rằng cầu Chợ Thượng có lớp gỉ bảo vệ bao phủ làm cho sự phát triển gỉ ở trạng thái bị kìm hãm lại.



Hình 6: Kết quả chiều dày gỉ đo được qua các năm ở cầu Chợ Thượng (Vị trí thanh đo ăn mòn xem Hình 3)

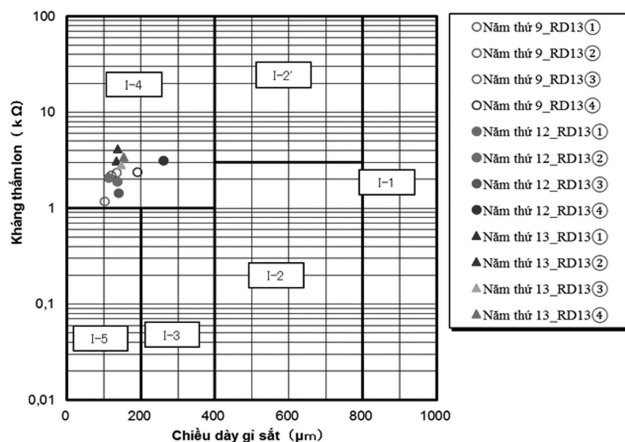
3.4. Đo độ kháng thấm ion của bề mặt gỉ sắt

Sử dụng phương pháp chẩn đoán RST “Rust State

Test” để chẩn đoán mang tính định lượng tình trạng gỉ sắt theo mức độ gỉ sắt “I” được phân loại từ “giá trị thẩm ion của bề mặt gỉ sắt” do bằng thiết bị kháng thẩm ion và “giá trị chiều dày gỉ sắt” do bằng máy đo màng dày (Hình 7).

Mức độ “I” là một chỉ số để đánh giá độ kháng thẩm ion tại vị trí của các khu vực như Hình 7, trục hoành thể hiện giá trị độ dày gỉ sắt, trục tung thể hiện giá trị độ kháng thẩm ion, tương ứng với mức độ đánh giá bằng trục quan như thể hiện trong Bảng 3. Các số liệu về kháng thẩm ion và độ dày gỉ sắt đã được nhóm nghiên cứu đo đạc và ghi chép lại từ năm 2009 đến 2013, sau đó xây dựng biểu đồ quan hệ giữa “kháng thẩm ion” và “chiều dày gỉ sắt” như ở Hình 7.

Hình 7 cho thấy, ở giai đoạn đầu các điểm đo nằm trong khu vực I-5, nhưng sau 9 năm có thể thấy rằng kháng thẩm ion tăng trong khu vực I-4. Theo các nghiên cứu tại Nhật Bản, khi lớp gỉ bảo vệ được hình thành, độ kháng thẩm ion sẽ tăng lên và nó sẽ ổn định tại một giá trị nào đó. Cũng ở Hình 7, khi thu thập và thể hiện các dữ liệu thử nghiệm hiện tại, có thể đánh giá rằng, thời kỳ đầu (từ 1 - 4 năm) lớp gỉ sắt bảo vệ chưa đầy đủ, do đó chỉ ra giá trị kháng thẩm ion thấp hơn, sau khi trải qua trên dưới 10 năm, các trạng thái hầu như không thay đổi qua các năm và nó hướng tới hình thành lớp gỉ bảo vệ.



Hình 7: Kết quả đo độ kháng thẩm ion qua các năm ở cầu Chợ Thượng (Vị trí ăn mòn xem Hình 3)

4. Kết luận

Với mục đích nghiên cứu khả năng áp dụng thép chịu thời tiết - một loại vật liệu có hiệu quả trong việc giảm chi phí vòng đời cho công trình cầu ở Việt Nam, nhóm nghiên cứu của Bộ môn Công trình giao thông thành phố - Trường Đại học GTVT và của Tập đoàn thép Nippon Steel & Sumitomo Metal đã tiến hành điều tra đánh giá tình trạng gỉ sắt của công trình cầu Chợ Thượng, là kết cấu cầu giàn nằm trên tuyến đường sắt Bắc Nam lần đầu tiên áp dụng loại thép tiên tiến này. Kết quả của một loạt các nghiên cứu trong 4 năm cho thấy, qua 13 năm sử dụng, tình trạng thép chịu thời tiết trong cầu Chợ Thượng vẫn rất tốt. Điều này khẳng định khả năng áp dụng thép chịu thời tiết này ở Việt Nam. Tuy nhiên, để có thể áp dụng một cách đúng đắn và hiệu quả thép chịu thời tiết ở Việt Nam, cần phải có kết quả từ các thí nghiệm phơi mẫu thép chịu thời tiết trong thời gian dài. Do đó, nhóm nghiên cứu sẽ tiếp tục tiến hành thí nghiệm phơi mẫu và điều tra ứng xử của thép chịu thời tiết một cách liên tục. Trong tương lai, nhóm nghiên cứu sẽ tiếp tục theo dõi và ghi lại sự tiến triển của ăn mòn đồng thời phân tích kết quả thí nghiệm để có nhiều tài liệu nghiên cứu hơn về thép chịu thời tiết thép tại Việt Nam □

Tài liệu tham khảo

- [1]. UTC&NSSMC, *Guideline of weathering steel using for bridge in Vietnam*, Science and Technology Publishing House, 2012.
- [2]. ISO 9223: *Phân loại ăn mòn*.
- [3]. JIS Z 2382: *Determination of pollution for evaluation of corrosivity of atmospheres*.
- [4]. Le Thi Hong Lien, Pham Thy San, Hoang Lam Hong, *Results of studying atmospheric corrosion in Vietnam 1995-2005*, Science and Technology of Advanced Materials 8/2007.
- [5]. Nguyễn Việt Trung & cộng sự, *Nghiên cứu ứng dụng thép chịu thời tiết cho xây dựng cầu ở Việt Nam*, Đề tài EEC 8.6, Trường Đại học GTVT, 2009 - 2011.
- [6]. Nguyễn Thị Tuyết Trinh, *Đánh giá khả năng ứng dụng thép chịu thời tiết qua kết quả thử nghiệm ban đầu ở Việt Nam*, Tạp chí GTVT, 12/2013.

Ngày nhận bài: 01/4/2014

Ngày chấp nhận đăng: 28/4/2014

Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Thị Bích Thủy

ĐÀO HANH

Màu tím Tháng 5

Tháng 5 Hà Nội

Bằng lăng hoa nở tím trời

Nhật cánh hoa rơi

Đôi mắt long lanh

Em hỏi?

Màu tím, màu chung thủy phải không Anh?

Tháng 5 Hà Nội

Bằng lăng hoa tím vẫn buồn rơi

Lặng lẽ một mình

Nhớ lắm Em ơi!

Nhớ ai người

Đôi mắt long lanh

Nhớ câu em hỏi

Màu tím, màu chung thủy phải không Anh?

Tháng 5 Hà Nội

Bằng lăng hoa tím vẫn buồn rơi

Hoa tím vẫn giữ lời chung thủy

Dù năm, tháng nhẹ nhàng trôi.

Nhưng...

- Em ơi!

Cánh hoa không người nhặt hỏi màu hoa.