

Nghiên cứu sử dụng thép chịu thời tiết ở Việt Nam

Shinichi Miura¹, Masatsugu Murase¹, Đặng Đăng Tùng², Lê Quý Thủy^{3*}, Nguyễn Văn Thịnh³

¹Tập đoàn thép JFE, Nhật Bản

²Trường Đại học Bách khoa thành phố Hồ Chí Minh

³Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông Vận tải

Ngày nhận bài 1/3/2017; ngày chuyển phản biện 3/3/2017; ngày nhận phản biện 30/3/2017; ngày chấp nhận đăng 10/4/2017

Tóm tắt:

Giảm chi phí vòng đời của kết cấu là một yêu cầu quan trọng đối với công trình cơ sở hạ tầng ở các nước trên thế giới, đặc biệt là ở Việt Nam - nơi mà việc phát triển cơ sở hạ tầng đang được đẩy mạnh. Trong xây dựng cơ sở hạ tầng, thép chịu thời tiết có thể được sử dụng cho kết cấu cầu. Thép chịu thời tiết là loại thép không cần sơn, vì vậy nó làm giảm chi phí vòng đời, gồm có chi phí ban đầu (chi phí sơn ban đầu) và chi phí bảo trì (chi phí sơn lại). Để đánh giá khả năng ứng dụng của thép chịu thời tiết và sử dụng trong xây dựng cầu ở Việt Nam, các chuyên gia Nhật Bản và Việt Nam đã tiến hành các thí nghiệm về loại vật liệu này (bao gồm việc đo đạc các thông số môi trường và thí nghiệm phơi mẫu) tại vị trí các công trình cầu thực tế.

Dựa trên kết quả đo đạc môi trường và thử nghiệm phơi mẫu, bài báo đề xuất các tiêu chí áp dụng thép chịu thời tiết và đưa ra những đánh giá về khả năng ứng dụng của thép chịu thời tiết cũng như việc giảm chi phí vòng đời kết cấu cầu thép bằng cách sử dụng thép chịu thời tiết tại Việt Nam trong tương lai.

Từ khóa: Độ ẩm tương đối, mất mát do ăn mòn, muối trong không khí, thép chịu thời tiết, thử nghiệm phơi mẫu.

Chỉ số phân loại: 2.3

Mở đầu

Thép chịu thời tiết là thép hợp kim thấp có chứa lượng nhỏ các nguyên tố hợp kim như đồng, niken, crôm... Dưới điều kiện khí quyển thích hợp, có thể sử dụng thép chịu thời tiết mà không cần sơn bởi tốc độ ăn mòn của nó rất nhỏ, không đáng kể.

Thép chịu thời tiết đã được sử dụng rộng rãi tại nhiều quốc gia như Hoa Kỳ, Nhật Bản, châu Âu [1]. Nói chung, kết cấu thép cần phải được bảo vệ để chống ăn mòn như yêu cầu phải sơn để ngăn chặn sự ăn mòn trong môi trường khí quyển. Tuy nhiên, trong trường hợp phải sơn, cần phải chi phí sơn ban đầu và chi phí sơn lại (chi phí bảo trì). Ngược lại, khi thép chịu thời tiết được sử dụng cho các kết cấu thép, chi phí vòng đời sẽ giảm do không cần tốn chi phí sơn ban đầu và chi phí sơn lại như thép thông thường.

Trong việc sử dụng thép chịu thời tiết vào các kết cấu thép, điều quan trọng là xác định được khả năng sử dụng của nó trong điều kiện môi trường thực tế. Ở Nhật Bản, đã có những nghiên cứu cho thấy, thép chịu thời tiết có thể được sử dụng ở những nơi mà lượng muối NaCl trong không khí không vượt quá 0,05 mg/dm³/ngày (mdd), hoặc ở các khu vực mà khoảng cách từ bờ biển được xác định đối với mỗi vùng [2]. Ngoài ra, báo cáo gần đây ước

lượng rằng, thép chịu thời tiết có thể được áp dụng nếu sự tổn thất do ăn mòn ở năm đầu tiên dưới 0,03 mm sau thí nghiệm phơi mẫu [3].

Cho đến nay, một số kết quả thí nghiệm phơi mẫu của thép chịu thời tiết và nghiên cứu cầu thép chịu thời tiết ở Việt Nam đã được công bố [4-8]. Các kết quả thí nghiệm phơi mẫu khác của thép cacbon thông thường cũng đã được công bố [9]. Tuy nhiên, chưa có công trình nào nghiên cứu đầy đủ về khả năng sử dụng thực tế của thép chịu thời tiết ở Việt Nam. Do vậy, trong bài báo này, dựa trên các kết quả thí nghiệm phơi mẫu thực tế và hiểu biết về khả năng sử dụng của thép chịu thời tiết ở Nhật Bản, các tác giả đề xuất tiêu chí áp dụng của thép chịu thời tiết tại các vùng khác nhau ở Việt Nam.

Nội dung nghiên cứu

Để có cơ sở ứng dụng thép chịu thời tiết ở Việt Nam, các tác giả đã tiến hành đo đạc các yếu tố về môi trường và thông số liên quan đến các mẫu phơi kiểu Wappen.

Phương pháp thử nghiệm phơi mẫu Wappen đã được phát triển rất thành công ở Nhật Bản. Phương pháp này có thể thu nhận được các kết quả thử nghiệm tiếp xúc phản ánh sự ăn mòn do môi trường thực tế một cách trực tiếp tại vị trí của mỗi cây cầu. Phương pháp này thực hiện bằng

*Tác giả liên hệ: Email: thuytmc@yahoo.com

The proposal of applications of weathering steel in Vietnam

Shinichi Miura¹, Masatsugu Murase¹,
Dang Tung Dang², Quy Thuy Le^{3*},
Van Thanh Nguyen³

¹JFE Steel Group, Japan

²Hochiminh City University of Technology

³Institute of Transport Science and Technology

Received 1 March 2017; accepted 10 April 2017

Abstract:

Reducing the life cycle cost of structures is a major challenge in Vietnam, where infrastructure development is underway. In the construction of infrastructure, weathering steels are able to be used for structures without painting, so weathering steels decrease the life cycle cost including initial cost (initial paint cost) and maintenance cost (repaint cost). On the other hand, it is necessary to judge the applicability of weathering steels at the construction site to use effectively weathering steels in the steel structures. Therefore, the authors proposed the criteria of applying weathering steels based on the results of environmental measurement and exposure test. As a result, the applicability of weathering steels could be determined. In the future, the life cycle cost will be decreased by applying weathering steels to steel structures in Vietnam.

Keywords: Air borne salt, corrosion loss, exposure test, relative humidity, weathering steel.

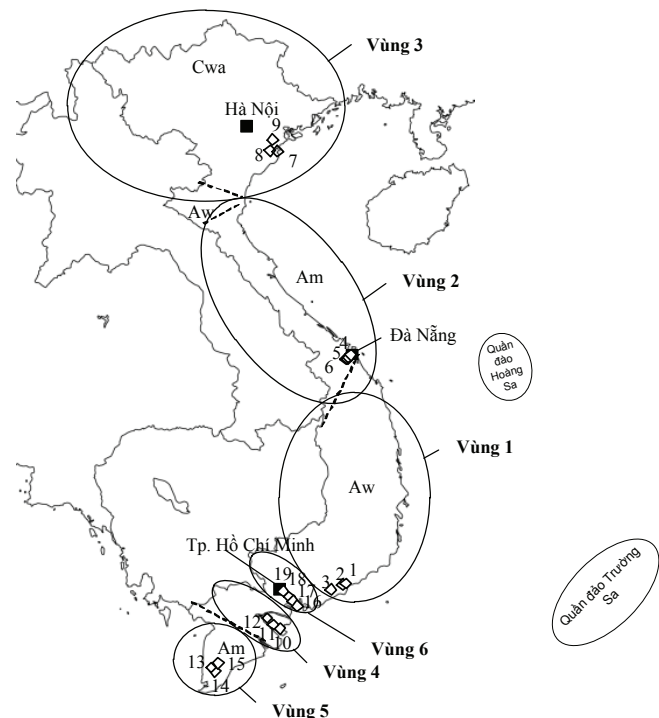
Classification number: 2.3

cách đặt các mẫu thép thí nghiệm trên các dầm của cây cầu trong thực tế. Do đặc điểm về môi trường ăn mòn phía dưới và mặt bên của dầm cầu khác nhau, nên cần đặt các mẫu phơi ở phía cạnh bên và phía dưới của dầm cầu.

Khi thử nghiệm, cần xem xét đặc trưng của khí hậu và địa lý ở Việt Nam. Nhiệt độ và độ ẩm tương đối tại các vùng lãnh thổ ở Việt Nam có khác biệt lớn do địa hình trải dài từ Bắc vào Nam, với điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa khác nhau. Vì vậy, để điều tra ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm tương đối đến sự ăn mòn thép chịu thời tiết, các vùng miền từ Bắc đến Nam của Việt Nam được phân bố theo điều kiện môi trường thực tế (xem hình 1). Mặt khác, cần thiết xem xét sự ảnh hưởng của muối trong không khí

đến đặc tính ăn mòn, bởi vì Việt Nam có bờ biển trải dài. Hơn nữa, để điều tra sự ảnh hưởng của muối trong không khí đến đặc tính ăn mòn, các tác giả đã lựa chọn một số địa điểm thí nghiệm phơi mẫu với khoảng cách khác nhau từ bờ biển tại mỗi vùng.

Nhiệt độ, độ ẩm tương đối và lượng muối trong không khí được đo trong vòng một năm. Nhiệt độ và độ ẩm tương đối được đo bởi máy đo nhiệt ẩm (Ondotori, của Tập đoàn T&D). Lượng muối trong không khí được đo bởi phương pháp Dry Gauze theo tiêu chuẩn JIS Z 2382. Sau khi thử nghiệm ngoài trời 1 và 3 năm, mẫu thử được gỡ. Gỉ hình thành trên mẫu thử được làm sạch và trọng lượng mẫu được đo bằng cân điện tử. Sự tổn thất chiều dày được đánh giá từ diện tích bề mặt và sự thay đổi trọng lượng trước và sau thí nghiệm phơi mẫu. Tổn thất chiều dày trung bình của mẫu gắn với mặt cạnh và mặt dưới dầm cầu cũng được xác định và đánh giá.



Hình 1. Các vùng lãnh thổ và các khu vực phơi mẫu thí nghiệm.

Kết quả

Kết quả đo các yếu tố môi trường

Bảng 1 giới thiệu kết quả đo các yếu tố về môi trường trên mỗi vị trí thí nghiệm phơi mẫu. Trong các vùng 1, 4, 5, 6 ở phía Nam, nhiệt độ trung bình là khoảng 28 đến 29,5°C và độ ẩm tương đối trung bình khoảng 70 đến 80%. Trong vùng 2 ở miền Trung, nhiệt độ trung bình khoảng

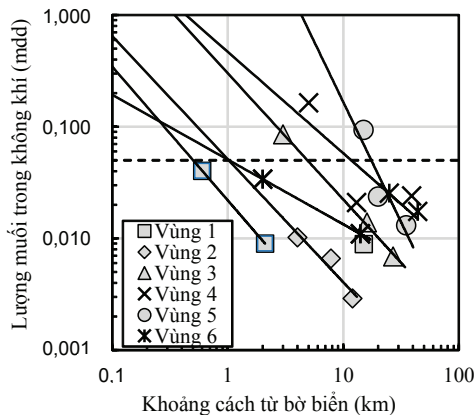
27 đến 28°C và độ ẩm tương đối trung bình khoảng 75 đến 80%. Trong vùng 3 phía Bắc, nhiệt độ trung bình khoảng 24 đến 26°C và độ ẩm tương đối trung bình khoảng 75 đến 80%. Vùng 3 có nhiệt độ thấp hơn và độ ẩm tương đối cao hơn so với các vùng khác. Điều đó thể hiện xu hướng rằng, ở Việt Nam nhiệt độ giảm và độ ẩm tương đối tăng từ phía Nam ra phía Bắc.

Bảng 1. Kết quả đo các yếu tố về môi trường trên mỗi vị trí thí nghiệm phơi mẫu.

Vùng	TT	Vị trí thí nghiệm	Khoảng cách từ bờ biển (km)	Lượng muối trong không khí (mdd)	Nhiệt độ trung bình (°C)	Độ ẩm tương đối trung bình (%)	Thời gian ẩm (giờ)	Phân loại theo Köppen-Geiger	Vĩ độ	Kinh độ
1	1	Cầu Phú Hải	0,6	0,040	27,8	78,2	4300	Aw	10°50'	108°08'
	2	Cầu Cà Ty	2,1	0,009	29,2	70,8	1922	Aw	10°50'	108°05'
	3	Cầu Sông Phan	15	0,009	28,3	78,4	4309	Aw	10°51'	107°49'
2	4	Cầu Đồ Xu	4	0,010	27,8	79,0	4765	Am	16°01'	108°13'
	5	Cầu Đồ	7,8	0,007	27,6	78,1	4520	Am	16°00'	108°11'
	6	Cầu Tuy Loan	12	0,003	27,8	75,1	2975	Am	15°59'	108°04'
3	7	Cầu Diêm Điền	3	0,086	24,6	84,5	6222	Cwa	20°33'	106°34'
	8	Cầu Vô Hối	16	0,014	24,5	85,2	6433	Cwa	20°33'	106°26'
	9	Cầu Xe	27	0,007	25,9	83,6	5871	Cwa	20°47'	106°28'
4	10	Cầu Bến Chùa	5	0,164	27,8	81,2	5178	Aw	9°44'	106°31'
	11	Cầu số 7	13	0,021	28,5	73,8	2449	Aw	9°44'	106°28'
	12	Cầu Ba Sĩ	39	0,024	28,4	74,3	2773	Aw	9°56'	106°17'
5	13	Cầu Vàm Dinh	15	0,094	28,7	73,0	2326	Am	8°55'	104°56'
	14	Cầu Cửa Gà	20	0,024	29,2	73,5	2317	Am	8°49'	105°01'
	15	Cầu Phạm Ngọc Hiến	35	0,013	29,1	72,2	2659	Am	9°10'	105°09'
6	16	Cầu Hà Thanh	2	0,034	29,1	75,9	3151	Am	10°24'	106°54'
	17	Cầu Dân Xây	14	0,011	28,5	73,3	2378	Aw	10°30'	106°52'
	18	Cầu An Nghĩa	25	0,026	29,4	69,6	1764	Aw	10°39'	106°50'
	19	Cầu Kỳ Hà	44	0,017	28,6	75,1	3309	Aw	10°45'	106°46'

Mối quan hệ giữa việc giảm ăn mòn của năm đầu tiên hoặc lượng muối trong không khí và khoảng cách từ bờ biển

Để khái quát các chỉ tiêu về khả năng sử dụng của thép chịu thời tiết ở Việt Nam, các tác giả đã đánh giá khoảng cách từ bờ biển, nơi mà lượng muối NaCl trong không khí là 0,05 mdd hoặc thấp hơn, hoặc nơi mà sự mất mát ăn mòn của năm thứ nhất là 0,03 mm hoặc thấp hơn.

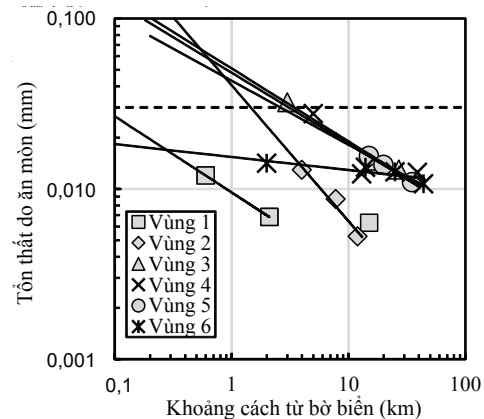


Hình 2. Mối liên hệ giữa khoảng cách từ bờ biển và lượng muối trong không khí.

Hình 2 thể hiện mối quan hệ giữa khoảng cách từ bờ biển và lượng muối trong không khí. Ở mỗi vùng, lượng muối trong không khí giảm khi khoảng cách từ bờ biển tăng. Xu hướng này tương tự với kết quả của thí nghiệm phơi mẫu ở Nhật Bản [10]. Các tác giả đã điều chỉnh

phù hợp hồi quy tuyến tính trên kết quả này và đánh giá khoảng cách từ bờ biển, nơi mà lượng muối trong không khí là 0,05 mdd hoặc thấp hơn ở mỗi vùng.

- 1) Vùng 1: $\geq 0,5$ km (từ hai vị trí thí nghiệm phơi mẫu ở Phú Hải và Cà Ty)
- 2) Vùng 2: $\geq 0,9$ km
- 3) Vùng 3: $\geq 4,9$ km
- 4) Vùng 4: $\geq 11,7$ km
- 5) Vùng 5: $\geq 17,5$ km
- 6) Vùng 6: $\geq 1,0$ km (từ hai vị trí thí nghiệm phơi mẫu ở Hà Thanh và Dân Xây)



Hình 3. Mối liên hệ giữa khoảng cách từ bờ biển và tổn thất do ăn mòn của năm thứ nhất.

Hình 3 thể hiện mối quan hệ giữa khoảng cách từ bờ biển và sự tổn thất do ăn mòn của năm thứ nhất. Ở mỗi vùng, sự tổn thất do ăn mòn của năm thứ nhất giảm khi khoảng cách từ bờ biển tăng. Xu hướng này tương tự với kết quả của thí nghiệm phơi mẫu ở Nhật Bản [11]. Từ kết quả này, các tác giả đã điều chỉnh phù hợp hồi quy tuyến tính và đánh giá khoảng cách từ bờ biển, nơi mà sự tổn thất do ăn mòn của năm thứ nhất là 0,03 mm hoặc thấp hơn trong mỗi vùng.

- 1) Vùng 1: $\geq 0,1$ km (từ hai vị trí thí nghiệm phơi mẫu ở Phú Hải và Cà Ty)
- 2) Vùng 2: $\geq 1,5$ km
- 3) Vùng 3: $\geq 3,4$ km
- 4) Vùng 4: $\geq 2,6$ km
- 5) Vùng 5: $\geq 3,1$ km
- 6) Vùng 6: $\geq 1,2$ km (từ hai vị trí thí nghiệm phơi mẫu ở An Nghĩa và Kỳ Hà)

Dựa vào các kết quả trên, khoảng cách từ bờ biển mà thép chịu thời tiết có thể được sử dụng ở Việt Nam đã được nhóm nghiên cứu làm rõ. Các kết quả được thể hiện trong bảng 2.

Trước hết, chúng tôi đã tập trung vào việc phân tích lượng muối trong không khí thu được theo kết quả thí nghiệm phụ thuộc vào khoảng cách lớn hơn từ bờ biển, khoảng cách từ bờ biển có thể áp dụng cho thép chịu thời tiết được quyết định theo hướng an toàn hơn so với kết quả thí nghiệm. Các vùng 1, 2, 3, 4, 5 và 6 được xem xét là có thể áp dụng 1,0 km, 2,0 km, 10,0 km, 20 km, 25 km hoặc xa hơn từ bờ biển.

Bảng 2. Khoảng cách từ bờ biển mà thép chịu thời tiết có thể được áp dụng ở Việt Nam.

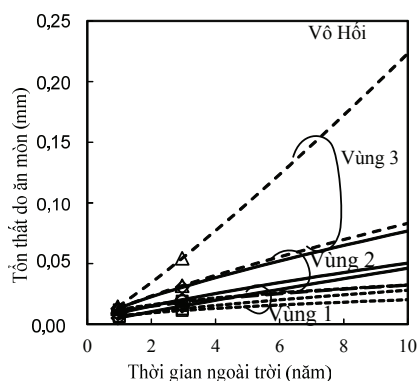
	Khoảng cách từ bờ biển, nơi mà lượng muối trong không khí là 0,05 mdd	Khoảng cách từ bờ biển, nơi mà tổn thất do ăn mòn của năm thứ nhất là 0,03 mm	Khoảng cách từ bờ biển được ước lượng có thể sử dụng thép chịu thời tiết mà không cần sơn
Vùng 1	0,5 km ⁻¹	0,1 km ⁻¹	≥1,0 km
Vùng 2	0,9 km	1,5 km	≥2,0 km
Vùng 3	4,9 km	3,4 km	≥10,0 km
Vùng 4	11,7 km	2,6 km	≥20,0 km
Vùng 5	17,5 km	3,1 km	≥25,0 km
Vùng 6	1,0 km ⁻²	1,2 km ⁻³	≥2,0 km

*1: Được rút ra từ cầu Phú Hải và cầu Cà Ty
*2: Được rút ra từ cầu Hà Thanh và cầu Dân Xây
*3: Được rút ra từ cầu An Nghĩa và cầu Kỳ Hà

Sự phụ thuộc vào thời gian của ăn mòn

Sự phụ thuộc vào thời gian của mất mát do ăn mòn đối với thép chịu thời tiết được tính theo phương trình sau [11]: $y = Ax^B$, trong đó, y là sự mất mát ăn mòn, x là khoảng thời gian thử nghiệm, A và B là các hệ số. Do đó, các tác giả cũng tính toán các kết quả này với $y = Ax^B$. Các đường xấp xỉ được thể hiện trên hình 4.

Tại vị trí thí nghiệm phơi mẫu của vùng 1, vùng 2 và vùng 3 (ngoại trừ Vô Hối), mất mát ăn mòn tăng và tốc độ ăn mòn giảm theo thời gian. Ngược lại, ở Vô Hối trong vùng 3, tốc độ ăn mòn tăng theo thời gian.



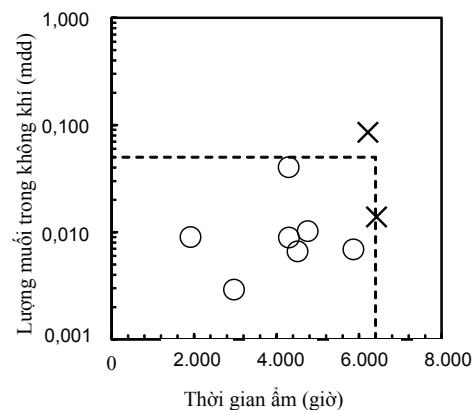
Hình 4. Sự thay đổi mất mát ăn mòn theo thời gian.

Vô Hối là nơi có độ ẩm tương đối cao hơn và khoảng thời gian ẩm dài hơn so với các vùng khác. Do đó, tốc độ ăn mòn có thể không giảm theo thời gian. Trong các vùng mà độ ẩm tương đối vượt quá 85%, việc sử dụng thép chịu thời tiết được đánh giá là khó khăn.

Điều kiện sử dụng của thép chịu thời tiết đối với lượng muối trong không khí và thời gian ẩm

Về khả năng sử dụng của thép chịu thời tiết: Khả năng này được xem xét dựa trên lượng muối trong không khí và thời gian ẩm, là những thông số môi trường được cho là ảnh hưởng đáng kể đến sự tổn thất do ăn mòn.

Hình 5 thể hiện mối quan hệ giữa lượng muối trong không khí, thời gian ẩm và khả năng áp dụng của thép chịu thời tiết. Vòng tròn thể hiện điều kiện có thể sử dụng, bởi sự tổn thất do ăn mòn của năm thứ nhất là 0,03 mm hoặc thấp hơn và tốc độ ăn mòn giảm theo thời gian sau thí nghiệm phơi mẫu trong một vài năm. X thể hiện điều kiện không thể sử dụng do sự mất mát ăn mòn của năm thứ nhất nhiều hơn 0,03 mm hoặc tốc độ ăn mòn không tăng theo thời gian khi thử nghiệm ngoài trời trong nhiều năm được tiến hành. Hình 5 cho thấy, thép chịu thời tiết có thể được sử dụng mà không cần sơn khi lượng muối trong không khí là 0,05 mdd hoặc thấp hơn và thời gian ẩm là 6.400 giờ hoặc thấp hơn (độ ẩm tương đối là 85% hoặc thấp hơn).



Hình 5. Điều kiện có thể áp dụng của thép chịu thời tiết đối với lượng muối trong không khí và thời gian ẩm.

Kết luận

Việc đo các thông số môi trường và các thí nghiệm phơi mẫu đã được thực hiện tại Việt Nam nhằm làm rõ các tiêu chí sử dụng của thép chịu thời tiết ở các vùng khác nhau. Các kết quả có thể được tổng hợp như sau:

Từ lượng muối trong không khí và sự mất mát ăn mòn của năm thứ nhất, các tác giả đã ước đoán khoảng cách từ bờ biển, nơi mà thép chịu thời tiết có khả năng được sử dụng mà không cần sơn. Khoảng cách có thể áp dụng từ

bờ biển là 1,0 km trong vùng 1; 2,0 km trong vùng 2; 10 km trong vùng 3; 20 km trong vùng 4; 25 km trong vùng 5 và 2,0 km trong vùng 6.

Thép chịu thời tiết có thể được sử dụng mà không cần sơn khi lượng muối trong không khí dưới 0,05 mdd và thời gian ẩm dưới 6.400 giờ (độ ẩm tương đối dưới 85%).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] C. Miki and A. Ichikawa (2004), *Recent Bridge Engineering*, SUURIKOUGAKUSHA Co., Ltd, Japan, pp.30-42 (in Japanese).
- [2] Japan Road Association - JARA (2008), *Specifications for Highway Bridges Part II Steel Bridges: Examination of Durability*, Maruzen Co. Ltd., Japan, pp.81-86.
- [3] Japan Society of Steel Construction - JSSC (2006), "Potential and New Technologies of Weathering Steel Bridges", *JSSC Technical Report*, pp.181-184.
- [4] Đặng Đăng Tùng, Trần Duy Khanh, S. Miura, I. Kage, T. Okamoto, E. Iwasaki (2013), "Đánh giá ứng dụng thép chịu thời tiết trong điều kiện khí hậu ở Việt Nam", *Tạp chí Giao thông Vận tải*, **12**, tr.14-17.
- [5] Miura, S. Kage, I. Murase, M. Okamoto, T. Dang, and E. Iwasaki (2016), "Evaluation of applicability of weathering steel by exposure tests in Vietnam", *Proc., the 14th East Asia - Pacific Conf. on Structural Engineering and Construction*, Ho Chi Minh City University of Technology and Construction Publishing House, Vietnam, pp.1847-1854.
- [6] <http://ascelibrary.org/journal/ciegag>.
- [7] Nguyễn Thị Tuyết Trinh (2013), "Đánh giá ứng dụng thép chịu thời tiết qua kết quả thử nghiệm ban đầu ở Việt Nam", *Tạp chí Giao thông Vận tải*, **12**, tr.30-31.
- [8] Nguyễn Thị Tuyết Trinh (2014), "Kết quả điều tra tình trạng sử dụng của thép chịu thời tiết áp dụng cho cầu Chợ Thượng", *Tạp chí Giao thông Vận tải*, **5**, tr.16-19.
- [9] T.H.L. Le, T.S. Pham and L.H. Hoang (2007), "Results of studying atmospheric corrosion in Vietnam 1995-2005", *Science and Technology of Advanced Materials*, **8**, pp.552-558.
- [10] Public Works Research Institute - PWRI (1993), "Điều tra toàn quốc về muối clorua trong không khí - Mối quan hệ giữa sự phân bố địa lý của muối clorua trong không khí và gió", *Thông báo kỹ thuật của PWRI* (tiếng Nhật).
- [11] Public Works Research Institute - PWRI (1992), *Báo cáo ứng dụng thép chịu thời tiết cho cầu* (tiếng Nhật).