TCVN 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

Structural steels -Technical delivery conditions for steels with improved atmospheric corrosion resistance

HÀ NỘI - 2017

Mục lục

Trang

Lời nói đầu 4
1 Phạm vi áp dụng 5
2 Tài liệu viện dẫn 5
3 Thuật ngữ và định nghĩa 7
4 Phân loại và ký hiệu 8
4.1 Phân loại 8
4.2 Ký hiệu 9
5 Yêu cầu kỹ thuật 9
5.1 Yêu cầu chung 9
5.2 Điều kiện cung cấp 9
5.3 Thành phần hóa học 9
5.4Tính chất cơ lý 11
5.5 Điều kiện bề mặt 11
5.6 Yêu cầu về ăn mòn 12
5.7 Kích thước, dung sai kích thước, hình dáng và khối lượng 12
5.8 Chất lượng bên trong 12
6 Kiểm tra 12
6.1 Cách thức kiểm tra và hồ sơ kiểm tra 12
6.2 Tiến hành thử 13
6.3 Thử lại 13
7 Mẫu thử, số mẫu thử 13
7.1 Xác nhận 13
7.2 Số mẫu thử 13
8. Phương pháp thử 13
9 Ghi nhãn 14
Phụ lục A (Quy định): Mác thép S235W, S355W, S355WP 15
Phụ lục B (Quy định): Mác thép SG245, SG345, SG365 SG400, SG460 SG500 và SG700 20
Phụ lục C (Tham khảo): Lưu ý về tính hàn 27
Phụ lục D (Tham khảo): Thông tin bổ sung đối với việc sử dụng thép chịu thời tiết 28

Phụ lục E (Tham khảo): Điều kiện ứng dụng thép chịu thời tiết 29
E.1 Nguyên tắc bảo vệ chống ăn mòn 29
E.1.1 Nguyên tắc 29
E1.2 Chống ăn mòn 29
E.1.3 Sự xuất hiện của lớp gỉ 29
E.2 Môi trường áp dụng 29
E.2.1 Đặc tính cần thiết của thép chịu thời tiết 30
E.2.2 Môi trường áp dụng 30
Phụ lục F (Tham khảo): Điều kiện ứng dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu 31
F.1 Tổng quan 31
F.2 Môi trường áp dụng 31
F.3 Thiết kế kết cấu 31
F.3.1 Đặc tính vật liệu 31
F.3.2 Kết cấu chi tiết 32
F.3.3 Liên kết hàn 33
F.3.4 Liên kết bu lông 34
F.4 Yêu cầu trong chế tạo và lắp đặt 35
F.4.1 Yêu cầu chung 35
F.4.2 Chuẩn bị bề mặt và chế tạo 35
F.4.3 Vận chuyển, lưu giữ và lắp đặt 36
F.5 Yêu cầu về bảo trì 37
F.5.1 Yêu cầu chung 37
F.5.2 Quy trình bảo trì 37
F.6 Yêu cầu về kiểm tra cầu thép chịu thời tiết 37
F.6.1 Tổng quan 37
F.6.2 Kiểm tra lần đầu 37
F.6.3 Kiểm tra tổng quát 37
F.6.4 Kiểm tra chi tiết 39
Thư mục tài liệu tham khảo 40

Lời nói đầu

TCVN 11791:2017 do Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông vận tải biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học Công nghệ công bố.

TCVN 11791:2017 hoàn toàn tương đương với ISO 630-5

Thép kết cấu - Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp thép chịu ăn mòn khí quyển

Structural steels -

Technical delivery conditions for steels with improved atmospheric corrosion resistance

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định điều kiện kỹ thuật khi cung cấp và phương pháp thử thép kết cấu chịu ăn mòn khí quyển, sử dụng cho công trình cầu, công trình xây dựng và các kết cấu khác, đồng thời giới thiệu điều kiện ứng dụng, gồm yêu cầu chế tạo, lắp đặt, bảo trì và kiểm tra để tham khảo khi sử dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho thép chịu chịu ăn mòn khí quyển là thép tấm cán trên máy đảo chiều, thép tấm rộng, thép hình cán nóng, thép thanh sử dụng trong kết cấu hàn hoặc kết cấu liên kết bu lông.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho thép chịu chịu ăn mòn khí quyển là thép lá, thép dải dẹt và thép ống.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các bổ sung, sửa đổi (nếu có).

TCVN 4393 (ISO 643), *Thép – Xác định độ lớn hạt bằng phương pháp kim tương.*

TCVN 4399 (ISO 404), *Thép và sản phẩm thép. Yêu cầu kỹ thuật chung khi cung cấp.*

TCVN 6283-1 (ISO 1035-1), *Thép thanh cán nóng - Kích thước của thép tròn.*

TCVN 6283-2 (ISO 1035-2), *Thép thanh cán nóng - Kích thước của thép vuông.*

TCVN 6283-3 (ISO 1035-3), *Thép thanh cán nóng - Kích thước của thép dẹt.*

TCVN 6283-4 (ISO 1035-4), *Thép thanh cán nóng - Dung sai.*

TCVN 6527 (ISO 9034), *Thép dải khổ rộng kết cấu cán nóng. Dung sai kích thước và hình.*

TCVN 7446-2 (ISO 4948-2), *Thép - Phân loại - Phần 2: Phân loại thép không hợp kim và thép hợp kim theo cấp chất lượng chính và đặc tính hoặc tính chất sử dụng.*

TCVN 7571-1 (ISO 657-1), *Thép hình cán nóng - Phần 1: Thép góc cạnh đều - Kích thước.*

TCVN 7571-2 (ISO 657-2), *Thép hình cán nóng - Phần 2: Thép góc cạnh không đều - Kích thước.*

TCVN 7571-5 (ISO 657-5), *Thép hình cán nóng - Phần 5: Thép góc cạnh đều và không đều - Dung sai hệ mét và hệ insơ.*

TCVN 7571-11 (ISO 657-11), *Thép hình cán nóng - Phần 11: Thép chữ C - Kích thước và đặc tính mặt cắt.*

TCVN 7571-15 (ISO 657-15), *Thép hình cán nóng - Phần 15: Thép chữ I - Kích thước và đặc tính mặt cắt.*

TCVN 7571-16 (ISO 657-16), *Thép hình cán nóng - Phần 16: Thép chữ H - Kích thước và đặc tính mặt cắt.*

TCVN 8992:2011 (ISO 9443), *Thép có thể nhiệt luyện và thép hợp kim - cấp chất lượng bề mặt thép thanh tròn và thép dây cán nóng - Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp.*

TCVN 9986-1 (ISO630-1), *Điều kiện kỹ thuật chung khi cung cấp sản phẩm thép cán nóng.*

TCVN 10349:2014 (ISO 20723:2004), *Thép kết cấu – Trạng thái bề mặt của thép hình cán nóng – Yêu cầu khi cung cấp (Structural steels - Surface condition of hot-rolled sections - Delivery requirements).*

TCVN 10351 (ISO 7452), *Thép tấm cán nóng. Dung sai kích thước và hình dạng (Hot-rolled structural steel plats. Tolerances on dimensions and shape).*

TCVN 10352 (ISO 7788), *Thép – Hoàn thiện bề mặt thép tấm và thép tấm rộng cán nóng – Yêu cầu khi cung cấp (Steel – Surface finish of hot rolled plates and wide plats – Delivery requirements).*

TCVN 11236:2015 (ISO 10474:2013), *Thép và sản phẩm thép – Tài liệu kiểm tra (Steel and steel products – Inspection documents).*

ISO 657-19, *Hot-rolled steel sections - Part 19: Bulb flats (Metric series) - Dimensions, sectional properties and tolerances [Thép hình cán nóng - Phần 19: Thép dạng phẳng mặt cong lồi (tính theo hệ mét) - Kích thước, tính chất mặt cắt và dung sai].*

ISO 657-21, *Hot-rolled steel sections - Part 21: T-section with equal depth and flange width - Dimensions [Thép hình cán nóng - Phần 21: Thép chữ T có chiều dày và chiều rộng mép bằng nhau (loạt tính theo hệ mét) - Kích thước].*

ISO/TS 4949, *Steel names based on letter symbols (Tên thép dựa trên các ký hiệu bằng chữ).*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa được cho trong TCVN 9986-1 (ISO 630-1) và các thuật ngữ, định nghĩa sau:

3.1 Thép chịu ăn mòn khí quyển (*steels with improved atmospheric corrosion resistance*)

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 một lớp màng oxít tự bảo vệ cho kim loại nền. Thép này còn được gọi là "thép chịu thời tiết".

3.2 Như cán (as-rolled)

Thép không qua bất cứ quá trình cán đặc biệt và/hoặc điều kiện xử lý nhiệt nào.

3.3 Thép hạt mịn (fine-grain)

Thép có cấu trúc hạt mịn với chỉ số cỡ hạt tương đương với cỡ hạt ferit 6.

CHÚ THÍCH: Để xác định cỡ hạt, xem TCVN 4393 (ISO 643).

3.4 Cán thường hóa (normalized-rolled)

Thép được cán với công nghệ cán trong đó biến dạng lần cuối được thực hiện ở một phạm vi nhiệt độ thích hợp làm cho trạng thái của vật liệu tương ứng với trạng thái thu được sau khi thường hóa và giữ được các giá trị quy định của cơ tính sau khi thường hóa.

CHÚ THÍCH: Trong các tài liệu xuất bản của quốc tế, thuật ngữ "cán được kiểm soát" (controlled rolling) được sử dụng để chỉ cán thường hóa cũng như cán cơ nhiệt.

3.5 Thường hoá (Normalizing)

Thép được sản xuất bằng cách nung nóng tới một nhiệt độ cao hơn vùng chuyển biến pha và sau đó được làm nguội trong không khí tới nhiệt độ ổn định thấp hơn rất nhiều vùng chuyển biến pha.

3.6 Tôi (Quenching)

Quy trình làm nguội sản phẩm sắt nhanh hơn để trong không khí từ nhiệt độ cao trên Ac_1 (là mức nhiệt độ mà austenit bắt đầu tạo hình khi làm nóng).

3.7 Ram (Tempering)

Xử lý nhiệt được áp dụng cho sản phẩm sắt, thường thực hiện sau khi tôi hoặc xử lý nhiệt khác để có được những đặc tính yêu cầu, bằng cách nung nóng đến mức nhiệt cụ thể (nhỏ hơn Ac_1) và nhúng nước một hoặc nhiều lần, sau đó sẽ làm nguội theo tốc độ thích hợp.

3.8 Cán cơ nhiệt (Thermomechanical processed)

Cán thép với quy trình, trong đó sự biến dạng cuối cùng được thực hiện ở phạm vi nhiệt độ nhất định, dẫn tới tình trạng vật vật liệu không thể đạt được những tính chất nhất định hoặc lặp lại qui trình xử lý nhiệt đơn lẻ.

CHÚ THÍCH 1: Xử lý nóng hoặc xử lý nhiệt sau khi hàn với nhiệt độ trên 580^{0}C có thể làm giảm độ bền, vì vậy khuyến nghị không nên thực hiện.

CHÚ THÍCH 2: Cán cơ nhiệt có thể có quy trình tăng tốc độ làm nguội có hoặc không có quá trình tôi, bao gồm cả tự tôi, nhưng không bao gồm tôi trực tiếp và tôi ram.

CHÚ THÍCH 3: Trong một số tài liệu công bố, khái niệm "Quy trình kiểm soát cơ nhiệt" cũng được sử dụng.

4 Phân loại và ký hiệu

4.1 Phân loại

4.1.1 Nhóm thép

Các loại thép được nêu cụ thể trong tiêu chuẩn này sẽ được phân vào nhóm thép hợp kim theo TCVN 7446-2 (ISO 4948-2).

4.1.2 Mác thép và nhóm chất lượng

4.1.2.1 Tiêu chuẩn này quy định các mác thép S235 and S355 tại Phụ lục A và các mác thép SG245, SG345, SG365, SG400, SG460, SG500 và SG700 tại phụ lục B. Mỗi mác thép có bốn (4) nhóm chất lượng. Mác thép và nhóm chất lượng thép được phân biệt theo quy định về tính chất cơ lý và yêu cầu về năng lượng va đập. Thép mác S355 và mác SG345 được chia thành lớp W và lớp WP, phân biệt chủ yếu theo thành phần phốt pho. Các mác thép SG245, SG365 và SG460 được chia thành lớp W1 và lớp W2 được phân biệt chủ yếu về yêu cầu thành phần hợp kim là Si, Cr, Cu, và Ni (xem Bảng B.1). Lớp W được ký hiệu là thép chịu thời tiết; lớp WP được ký hiệu là thép chịu thời tiết có thành phần phốt pho cao hơn.

4.1.2.2 Các nhóm chất lượng của mác thép đề cập tại 4.1.2.1 được quy định như sau:

- Nhóm chất lượng A: không có thử nghiệm va đập;.

- Nhóm chất lượng B: thử nghiệm va đập tại + 20 ^{0}C;

- Chất lượng C: thử nghiệm va đập tại 0 ^{0}C;

- Nhóm chất lượng D và D1: thử nghiệm va đập ở -20 ^{0}C.

CHÚ Ý: Nhóm chất lượng D1 quy định về năng lượng va đập tối thiểu cao hơn nhóm D.

4.2 Ký hiệu

4.2.1 Các mác thép quy định trong tiêu chuẩn này được ký hiệu phù hợp với tiêu chuẩn ISO/TS 4949.

4.2.2 Ký hiệu của thép chịu thời tiết bao gồm các thành phần:

a) Ký hiệu S hoặc SG (cho kết cấu thép); Ký hiệu S quy định cho mác thép tại Phụ lục A, Ký hiệu SG quy định cho mác thép tại phụ lục B;

b) Chữ W hoặc W1 hoặc W2 thể hiện là thép chịu thời tiết.

VÍ DỤ: Thép kết cấu (SG) chịu thời tiết, lớp W1, có giới hạn chảy tối thiểu ở nhiệt độ môi trường là 365 MPa với phép thử va đập ở 20 ^{0}C thì gọi là thép: SG365W1, nhóm chất lượng B.

5 Yêu cầu kỹ thuật

5.1 Yêu cầu chung

Các yêu cầu quy định tại các điều nhỏ từ 5.4 đến 5.7 áp dụng khi lấy mẫu, chuẩn bị mẫu thử và thử nghiệm được thực hiện tại điều 6, điều 7 và điều 8.

5.2 Điều kiện cung cấp

Tùy thuộc vào quy định của nhà sản xuất, các sản phẩm đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật theo tiêu chuẩn này sẽ được cung cấp sau quá trình cán, cán thường hóa, thường hóa, xử lý cơ nhiệt hay được tôi ram. Nếu có yêu cầu về tài liệu kiểm tra, thì sẽ phải nêu kèm trong điều kiện cung cấp.

5.3 Thành phần hóa học

5.3.1 Phân tích mẻ nấu

Thành phần hóa học của thép chịu thời tiết xác định bằng phân tích mẻ nấu (ở nồi rót) được quy định trong Bảng A.1 hoặc Bảng B.1.

5.3.2 Phân tích sản phẩm

Phân tích sản phẩm của mác thép S235 và S355 thực hiện theo các giá trị cho trong Bảng A.2

Độ sai lệch cho phép giữa giá trị phân tích sản phẩm và phân tích mẻ nấu của các mác thép SG 245, SG345, SG365, SG400, SG460, SG500, SG700 được quy định tại Bảng B.2.

5.3.3 Các bon đương lượng và đặc tính hàn của vật liệu

5.3.3.1 Giá trị các bon đương lượng và đặc tính hàn của vật liệu

a) Giá trị các bon đương lượng

Giá trị các bon đương lượng được áp dụng cho các sản phẩm thép được tôi và ram. Công thức để tính giá trị các bon đương lượng theo IIW (Viện Hàn quốc tế) có dạng như sau:

$$CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \quad (1)$$

Trong đó CEV là giá trị các bon đương lượng (%).

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng công thức xác định giá trị các bon đương lượng từ kết quả phân tích mẻ nấu có dạng như sau: $C_{eq} = C + Mn/6 + Si/24 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14$, trong đó C_{eq} – Giá trị các bon đương lượng (%)

b) Giá trị đặc tính hàn của vật liệu

Giá trị đặc tính hàn của vật liệu có thể được áp dụng thay cho giá trị các bon đương lượng. Giá trị đặc tính hàn của vật liệu được tính bằng cách sử dụng kết quả phân tích mẻ nấu theo công thức sau đây:

$$P_{CM} = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B \quad (2)$$

Trong đó P_{CM} – Giá trị về đặc tính hàn của vật liệu (%)

5.3.3.2 Các bon đương lượng của thép S235 và S355

Đối với thép S235, giá trị các bon đương lượng CEV tối đa là 0,44% và đối với thép S355, giá trị các bon đương lượng CEV tối đa là 0,52% từ kết quả phân tích mẻ nấu đối với mọi độ dày.

5.3.3.3 Các bon đương lượng và đặc tính hàn của thép SG460

a) Các bon đương lượng

Đối với thép có độ dày 50 mm, giá trị các bon đương lượng P_{eq} tối đa là 0,44% và đối với độ dày trên 50 mm đến 100 mm, giá trị các bon đương lượng P_{eq} tối đa là 0,47%.

b) Đặc tính hàn của vật liệu

Đối với thép có độ dày đến 50 mm, giá trị về đặc tính hàn của vật liệu P_{CM} tối đa là 0,28% và đối với độ dày trên 50 mm đến 100 mm, giá trị về đặc tính hàn của vật liệu P_{CM} tối đa là 0,30%.

5.3.3.4 Các bon đương lượng và đặc tính hàn của thép tấm đã qua quá trình cán cơ nhiệt

Giá trị các bon đương lượng của thép tấm và đặc tính hàn của vật liệu được quy định như sau:

a) Giá trị các bon đương lượng phải phù hợp với Bảng B.5

b) Giá trị đặc tính hàn của vật liệu phải phù hợp với Bảng B.6

5.3.4 Khử oxy

5.3.4.1 Phương pháp khử oxy được liệt kê trong Bảng A.1 và Bảng A.2

5.3.4.2 Phương pháp khử oxy được xác định như sau:

- FN – Thép sôi không được phép sử dụng;

- FF – Thép lặng với các thành phần ràng buộc ni tơ với một lượng đủ để ràng buộc các ni tơ có sẵn (ví dụ, tối thiểu là 0,020% tổng lượng nhôm). Thông thường, tỉ lệ nhôm đối với ni tơ tối thiểu là 2:1 với điều kiện không có các thành phần ràng buộc ni tơ khác. Các thành phần này sẽ được ghi trong hồ sơ kiểm tra.

5.4 Tính chất cơ lý

5.4.1 Đặc tính kéo

Đặc tính kéo ở nhiệt độ trong phòng được quy định trong Bảng A.3 hoặc Bảng B.3.

5.4.2 Đặc tính va đập

Đặc tính va đập theo phương pháp thử Charpy cho mẫu rãnh chữ V được thực hiện với các giá trị quy định tại Bảng A.4 hoặc Bảng B.4. Các mẫu thử được lấy theo phương dọc, nếu lấy theo phương ngang thì phải có thỏa thuận giữa bên mua và nhà sản xuất.

Giá trị va đập cho thép S355WP được xác định nếu có thoả thuận tại thời điểm đặt hàng (xem Bảng A.4).

Đối với nhóm chất lượng C và D tại Bảng A.4 với độ dày danh nghĩa sản phẩm nhỏ hơn 6 mm, nếu được quy định tại thời điểm đặt hàng, kích thước hạt ferit phải lớn hơn hoặc bằng 6, xác định bằng phương pháp được quy định tại TCVN 4393 (ISO 643).

5.4.3 Đặc tính hàn

5.4.3.1 Giá trị đặc tính hàn của vật liệu được nêu tại 5.2.3 của tiêu chuẩn này.

5.4.3.2 Thông tin thêm về đặc tính hàn được nêu trong Phụ lục C.

5.5 Điều kiện bề mặt

Tính chất bề mặt phải phù hợp với TCVN 10352 (ISO 7788) đối với thép tấm và thép tấm bản rộng, phải phù hợp với TCVN 10349 đối với thép hình và phải phù hợp với TCVN 8992:2011 (ISO 9443) đối với thép thanh. Có thể áp dụng các tiêu chuẩn điều kiện bề mặt khác nếu có thoả thuận tại thời gian tìm hiểu và đặt hàng.

5.6 Yêu cầu về ăn mòn

5.6.1 Trong thiết kế và gia công kết cấu phải dự phòng cho lớp oxit tự bảo vệ bề mặt để việc hình thành và tự tái tạo không bị cản trở. Trong tính toán thiết kế cần phải chú ý bù cho lớp oxit bảo vệ bề mặt kim loại bằng cách tăng độ dày của sản phẩm.

5.6.2 Thông tin thêm về về tính chất ăn mòn được nêu trong Phụ lục D.

5.7 Kích thước, dung sai kích thước, hình dáng và khối lượng

5.7.1 Kích thước, dung sai kích thước, hình dáng

Kích thước danh nghĩa và dung sai về kích thước của các sản phẩm được thoả thuận tại thời điểm đàm phán và đặt hàng, có sự tham khảo các tiêu chuẩn về kích thước được liệt kê dưới đây:

a) Đối với sản phẩm dẹt cán nóng, xem TCVN 10351 (ISO 7452), đối với thép tấm và thép phẳng rộng bản xem TCVN 6527 (ISO 9034);

b) Đối với sản phẩm dài cán nóng, xem TCVN 7571-1 (ISO 657-1), TCVN 7571-2 (ISO 657-2), TCVN 7571-5 (ISO 657-5), TCVN 7571-11 (ISO 657-11), TCVN 7571-15 (ISO 657-15), TCVN 7571-16 (ISO 657-16), ISO 657-19 và ISO 657-21 với thép hình hoặc TCVN 6283-1 (ISO 1035-1) đến TCVN 6283-4 (ISO 1035-4) với thép thanh.

5.7.2 Tính toán khối lượng

Khối lượng riêng là 7850 kg/m^3 được sử dụng làm cơ sở cho việc tính toán khối lượng danh nghĩa đối với kích thước danh nghĩa của tất cả các loại thép.

5.8 Chất lượng bên trong

Theo thỏa thuận, yêu cầu siêu âm cùng với các điều kiện kiểm tra chúng phải được quy định. Xem điều 8.

6 Kiểm tra

6.1 Cách thức kiểm tra và tài liệu kiểm tra

Cách thức kiểm tra (đặc trưng hoặc không đặc trưng) và tài liệu kiểm tra theo TCVN 11236:2015 (ISO 10474:2013) được quy định tại thời điểm đặt hàng. Xem TCVN 9986-1(ISO630-1).

6.2. Tiến hành thử

Xem TCVN 9986-1(ISO630-1).

6.3 Thử lại

Các phép thử lại phải theo đúng quy định của TCVN 4399 (ISO 404).

7 Mẫu thử, số mẫu thử

7.1 Xác nhận

Việc xác nhận các tính chất cơ lý được thực hiện bằng phân tích mẻ nấu. Xác nhận theo lô sẽ do thỏa thuận giữa nhà sản xuất và người mua hàng.

7.2 Số mẫu thử

7.2.1 Phụ lục A

Đơn vị sản phẩm thử phải bao gồm sản phẩm cùng mác, cùng loại và cùng nhóm chất lượng, cùng điều kiện giao hàng và cùng độ dày được quy định đối với giới hạn chảy (xem Bảng A.3) và phải thử bằng phân tích mẻ nấu:

- Lô đến 40 tấn,
- Lô đến 60 tấn đối với thép hình có khối lượng lớn hơn 100 kg/m,
- Lô đến 80 tấn đối với tất cả các loại thép hình nếu khối lượng sản phẩm nóng vượt quá 200 tấn.

Theo thỏa thuận tại thời điểm đặt hàng, hai phép thử phân tích mẻ nấu có thể được sử dụng.

7.2.2 Phụ lục B

Đơn vị sản phẩm thử phải bao gồm sản phẩm cùng mác, cùng loại và cùng nhóm chất lượng, cùng điều kiện giao hàng và cùng độ dày được quy định đối với giới hạn chảy (xem Bảng B.3) với lô tối đa là 50 tấn. Theo thỏa thuận tại thời điểm đặt hàng, hai lần thử bằng phân tích mẻ nấu có thể được áp dụng.

8. Phương pháp thử

Xem TCVN 9986-1 (ISO630-1).

9 Ghi nhãn

Sản phẩm phải được ghi nhãn đảm bảo bền và dễ thấy ở nơi dễ tiếp cận và có thể nhìn thấy những thông tin được đưa ra trong Bảng 1. Trừ khi có thỏa thuận khác, các phương pháp ghi nhãn và vật liệu ghi nhãn được nhà sản xuất quy định. Cho phép việc cung cấp sản phẩm dưới dạng bó được buộc chắc chắn. Trong trường hợp này, nhãn hoặc thẻ ghi nhãn được gắn trên bó sản phẩm.

Bảng 1 – Ghi nhãn sản phẩm

Ghi nhãn của	Ký hiệu[a]	Ghi nhãn của	Ký hiệu[a]
Tên nhà sản xuất, nhãn hiệu thương mại, logo	+	Chỉ dẫn cán[b]	(+)
Ký hiệu TCVN này	(+)	Chiều dày danh nghĩa	(+)
Mác thép	+	Kích thước danh nghĩa trừ chiều dày	(+)
Loại hoàn thiện	(+)	Kí hiệu kiểm tra	+[c]
Mã số[d]	+[e]	Số đặt hàng	(+)

a. +: Kí hiệu bắt buộc áp dụng; (+): Kí hiệu được áp dụng nếu có thỏa thuận hoặc theo hướng dẫn của nhà sản xuất

b Chỉ dẫn cán thép thường rõ ràng về hình dạng của sản phẩm và vị trí ghi nhãn. Ghi nhãn có thể được thực hiện theo chiều dọc bằng con lăn dập, hoặc nó có thể được đặt gần một đầu của chi tiết và ngang với hướng cán. Dấu hiệu riêng biệt cụ thể của sự dẫn cán thường sẽ không được yêu cầu, nhưng có thể được yêu cầu bởi bên mua.

c Dấu kiểm tra có thể được bỏ qua nếu việc kiểm tra tra có liên quan được xác định được theo một cách khác.

d Số hoặc chữ được sử dụng để xác định sản phẩm phải liên quan đến các báo cáo kiểm tra hoặc chứng nhận kiểm định sản phẩm.

e Kí hiệu này cho phép truy xuất nguồn gốc về phân tích mẻ nấu.

Phụ lục A
(Quy định)

Mác thép S235W, S355W, S355WP
Thành phần hóa học và tính chất cơ lý

Bảng A.1 – Thành phần hóa học (Phân tích mẻ nấu)

Mác thép	Nhóm chất lượng	Phương pháp khử ô xít[a]	C % max	Si % max	Mn %	P % max[b]	S % max	N % max	Thêm thành phần ni tơ bắt buộc[c]	Cr % max	Cu % max	Khác
S235W	C	FN	0,13	0,40	0,20÷0,60	0,035	0,035	0,009[d g]	-	0,40÷0,80	0,25÷0,55	e
	D	FF	0,13	0,40	0,20÷0,60	0,035	0,030	-	Có	0,40÷0,80	0,25÷0,55	e
S355W	C	FN	0,16	0,50	0,50÷1,50	0,035	0,035	0,009[d g]	-	0,40÷0,80	0,25÷0,55	ef
	D	FF	0,16	0,50	0,50÷1,50	0,030	0,030	-	Có	0,40÷0,80	0,25÷0,55	ef
	D1	FF	0,16	0,50	0,50÷1,50	0,030	0,030	-	Có	0,40÷0,80	0,25÷0,55	ef
S355WP	C	FN	0,12	0,75	1,0 max	0,06÷0,15	0,035	0,009[g]	-	0,30÷1,25	0,25÷0,55	e
	D	FF	0,12	0,75	1,0 max	0,06÷0,15	0,030	-	Có	0,30÷1,25	0,25÷0,55	e

a FN – Thép ủ không được phép sử dụng; FF – Thép được khử hoàn toàn các thành phần liên kết ni tơ (5.4.4)

b Đối với sản phẩm dài, hàm lượng P và S có thể cao hơn 0.005%.

c Thép phải chứa ít nhất một trong các thành phần sau: tổng Al ≥ 0.020%, Nb: 0.015% ÷ 0060%, V: 0,02% ÷ 0,12%, Ti: 0,02% ÷ 0,10% . Nếu những thành phần này được sử dụng kết hợp, ít nhất một trong số chúng phải đảm bảo trị số tối thiểu quy định.

d Cho phép vượt quá giá trị quy định với điều kiện cho mỗi lần tăng 0,001% N, hàm lượng P tối đa được giảm 0.005%; các thành phần N khi phân tích mẻ nấu không được lớn hơn 0.012%.

e Thép có thể có thành phần Ni tối đa 0,65%.

f Thép có thể chứa tối đa 0,30% Mo và 0,15% Zr.

g Giá trị tối đa cho nitơ không áp dụng nếu thành phần hóa học cho thấy thành phần Al tối thiểu là 0.020%, hoặc thành phần N khác bắt buộc đang có mặt. Thành phần N bắt buộc phải đề cập trong tài liệu kiểm tra.

Bảng A.2 – Thành phần hóa học từ phân tích sản phẩm

Mác thép	Nhóm chất lượng	Phương pháp khử ô xít[a]	C % max	Si % max	Mn %	P % max[b]	S % max	N % max	Thêm thành phần ni tơ bắt buộc[c]	Cr % max	Cu % max	Khác
S235W	C	FN	0,16	0,45	0,15÷0,70	0,040	0,040	0,010[d g]	-	0,35÷0,85	0,20÷0,60	e
	D	FF	0,16	0,45	0,15÷0,70	0,040	0,035	-	Có	0,35÷0,85	0,20÷0,60	e
S355W	C	FN	0,19	0,55	0,45÷1,60	0,040	0,040	0,010[d g]	-	0,35÷0,85	0,20÷0,60	ef
	D	FF	0,19	0,55	0,45÷1,60	0,035	0,035	-	Có	0,35÷0,85	0,20÷0,60	ef
	D1	FF	0,19	0,55	0,45÷1,60	0,035	0,035	-	Có	0,35÷0,85	0,20÷0,60	ef
S355WP	C	FN	0,15	0,80	1,1 max	0,05÷0,16	0,040	0,010[g]	-	0,25÷1,35	0,20÷0,60	e
	D	FF	0,15	0,80	1,1 max	0,05÷0,16	0,035	-	Có	0,25÷1,35	0,20÷0,60	e

a FN – Thép ủ không được phép sử dụng; FF – Thép được khử hoàn toàn các thành phần liên kết ni tơ (5.4.4)

b Đối với sản phẩm dài, hàm lượng P và S có thể cao hơn 0.005%.

c Thép phải chứa ít nhất một trong các thành phần sau: tổng Al ≥ 0.020%, Nb: 0,010 %÷0,065 %, V: 0,01 %÷0,14 %, Ti: 0,01 %÷0,12 %. Nếu những thành phần này được sử dụng kết hợp, ít nhất một trong số chúng phải đảm bảo trị số tối thiểu quy định.

d Cho phép vượt quá giá trị quy định với điều kiện cho mỗi lần tăng 0,001% N, hàm lượng P tối đa được giảm 0.005%; các thành phần N khi phân tích mẻ nấu không được lớn hơn 0.013%.

e Thép có thể có thành phần Ni tối đa 0,70%.

f Thép có thể chứa tối đa 0,30% Mo và 0,17% Zr.

g Giá trị tối đa cho nitơ không áp dụng nếu thành phần hóa học cho thấy thành phần Al tối thiểu là 0.020%, hoặc thành phần N khác bắt buộc đang có mặt. Thành phần N bắt buộc phải đề cập trong tài liệu kiểm tra.

Bảng A.3 – Đặc tính kéo tại nhiệt độ trong phòng

Mác thép	Nhóm chất lượng	Giới hạn chảy tối thiểu, R_{eH}[a] MPa[b]						Giới hạn bền, R_m[a] MPa[b]			Vị trí mẫu thử[a]	Độ dãn dài tối thiểu sau khi mẫu đứt[a] %						
		Chiều dày tiêu chuẩn mm						Chiều dày tiêu chuẩn mm				L_0=80 mm Chiều dày tiêu chuẩn mm			L_0=5,65$\sqrt{S_0}$ Chiều dày tiêu chuẩn mm			
		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	<3	≥3 ≤100	> 100 ≤ 150		>1,5 ≤ 2	> 2 ≤ 2,5	> 2,5 ≤ 3	≥3 ≤40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 100	> 100 ≤ 150
S235W	C	235	225	215	215	215	195	360 đến 510	360 đến 510	350 đến 500	l	19	20	21	26	25	24	22
S235W	D										t	17	18	19	24	23	22	22
S255W	C	355	345	335	325	315	295	510 đến 680	470 đến 630	450 đến 600	l	16	17	18	22	21	20	18
S255W	D																	
S255W	D1										t	14	15	16	20	19	18	18
S255WP	C	355	345	-	-	-	-	510 đến 680	470 đến 630[c]	-	l	16	17	18	22[c]	-	-	-
S255WP	D										t	14	15	16	20	-	-	-

a Đối với thép tấm và thép dẹt bản rộng với s≥600 mm, hướng cán được áp dụng theo chiều ngang (t). Đối với tất cả các sản phẩm khác, các giá trị áp dụng cho hướng cán theo chiều dọc (l).

b 1 MPa = 1 N / mm2

c Đối với thép tấm, áp dụng cho chiều dày vượt đến 12 mm; cho thép dẹt bản rộng, thép thanh và thép hình, áp dụng cho chiều dày vượt đến 40 mm

Bảng A.4 – Đặc tính va đập theo phương pháp thử Charpy mẫu rãnh chữ V theo phương dọc[a]

Mác thép	Nhóm chất lượng	Nhiệt độ thử °C	Năng lượng tối thiểu[a] J
S235W	C	0	27
	D	-20	27
S355W	C	0	27
	D	-20	27
	D1[d]	-20	40[c]
S355WP[b]	C	0	27
	D	-20	27

a Cho độ dày tiêu chuẩn ≤12 mm.

b Giá trị năng lượng va đập được xác nhận nếu có thỏa thuận trong hợp đồng.

c Giá trị này tương ứng với 27 J ở nhiệt độ -30°C

d Xem 4.1.2

Phụ lục B
(Quy định)

Mác thép SG245, SG345, SG365, SG400, SG460, SG500 và SG 700
Thành phần hóa học và tính chất cơ lý

Bảng B.1 - Thành phần hóa học của thép chịu thời tiết (Phân tích mẻ nấu)[a]

Mác thép	Nhóm chất lượng	C % max	Si %	Mn %	P % max	S % max	Cr %	Cu %	Ni %	Mo %	V %	N % max	B % max
SG245W1	A đến C	0,18	0,15÷ 0,65	1,25 max	0,035	0,035	0,45÷0,75	0,30÷0,50	0,05÷0,30	-	-	-	-
SG245W2	A đến C	0,18	0,55 max	1,25 max	0,035	0,035	0,30÷0,55	0,20÷0,35	-	-	-	-	-
SG345W	A đến D	0,20	0,15÷0,65	0,75÷1,35	0,04	0,05	0,40÷0,70	0,20÷0,40	0,05 max	-	0,01 ÷ 0,10	-	-
SG345WP[b]	A đến D	0,15	-	1,00 max	0,15	0,05	-	0,20 min		-	-	-	-
SG365W1	A đến C	0,18	0,15÷0,65	1,40 max	0,035	0,035	0,45÷0,75	0,30÷0,50	0,05÷0,30	-	-	-	-
SG365W2	A đến C	0,18	0,55 max	1,40 max	0,035	0,035	0,30÷0,55	0,20÷0,35	-	-	-	-	-
SG400W	B	0,15	0,15÷0,55	2,00 max	0,020	0,006	0,45÷0,75	0,30÷0,50	0,05÷0,03	-	-	0,006	-
SG460W1	C	0,18	0,15÷0,65	1,40 max	0,035	0,035	0,45÷0,75	0,30÷0,50	0,05÷0,30	-	-	-	-
SG460W2	C	0,18	0,55 max	1,40 max	0,035	0,035	0,30÷0,55	0,20÷0,35	-	-	-	-	-
SG500W	C	0,11	0,15÷0,55	2,00 max	0,020	0,006	0,45÷0,75	0,30÷0,50	0,05÷0,03	-	-	0,006	-
SG700W	D	0,11	0,15÷0,55	2,00 max	0,015	0,006	0,45÷1,20	0,30÷1,50	0,05÷2,00	0,05 max	0,05 max	0,006	0,005

Bất kỳ yếu tố khác không được nêu trong bảng này, được thêm vào có ý, sẽ được chỉ ra cho bên mua.

a Những loại thép này phải có ít nhất một trong các thành phần tinh chế theo tỷ lệ chỉ ra dưới đây:

- $Al_{tổng}$≥0,020% hoặc Al_{sol}≥0,015%.
- Nb = 0.015% đến 0060%.
- V = 0,02% đến 0,15%.
- Ti = 0,02% đến 0,10%.

Nếu những thành phần này được sử dụng kết hợp, ít nhất một trong số chúng sẽ có trong thép ở mức chất lượng quy định tối thiểu.

Bảng B.2 - Độ sai lệch cho phép giữa phân tích sản phẩm và phân tích mẻ nấu

Thành phần	Phạm vi thành phần quy định %	Độ sai lệch cho phép đối với giá trị qui định lớn nhất %
Cacbon	≤ 0,15 >0,15 ≤ 0,21	0,03 0,04
Mangan	≤ 0,75	0,06
Silic	≤ 2,00	0,10
Photpho	≤ 0,04 Trên 0,04 đến 0,15	0,01 a
Lưu huỳnh	≤ 0,05	0,01
Vanađi	≤ 0,10	0,01
Vanađi + Niobi	≤ 0,15	0,01
Titan	≤ 0,15	0,01
Đồng đỏ	≤ 1,00 Trên 1,00 đến 1,20	0,03 0,05
Niken	≤ 1,00 Trên 1,00 đến 1,50	0,03 0,05
Crom	≤ 0,90 Trên 0,90 đến 2,00	0,04 0,06
Molypđen	≤ 0,20 Trên 0,20 đến 0,40 Trên 0,40 đến 0,65	0,01 0,03 0,04
Nitơ	≤ 0,030	0,005
Bo	Bất kỳ	a

Bảng B.3 - Đặc tính bền kéo

Mác thép	Nhóm chất lượng	Giới hạn chảy MPa, min						Giới hạn bền kéo MPa						Độ dãn dài nhỏ nhất sau kéo đứt[a]		
		Chiều dày[b] (mm)						Chiều dày[b] (mm)						$L_0 = 5{,}65\sqrt{S_0}$	Mẫu 50mm	Mẫu 200mm
		≤ 16	> 16 đến ≤ 40	> 40 đến ≤ 65	> 65 đến ≤ 100	> 100 đến ≤ 125	> 125 đến ≤ 200	≤ 16	> 16 đến ≤ 40	> 40 đến ≤ 65	> 65 đến ≤ 100	> 100 đến ≤ 125	> 125 đến ≤ 200			
SG245W1	A đến C	245	235	215	215	205	195	400÷540	400÷540	400÷540	400÷540	400÷540	400÷540	18	23	17
SG245W2	A đến C	245	235	215	215	205	195	400÷540	400÷540	400÷540	400÷540	400÷540	400÷540	18	23	17
SG345W	A-D	345	345	345	345	315	290	485 min[c]	485 min[c]	485 min[c]	485 min[c]	460 min[c]	435 min[c]	17	21d	18
SG345WP	A-D	345	315	290	290	-	-	485 min	460 min	435 min	435 min	-	-	15	18	21
SG365W1	A đến C	365	355	355	325	305	295	490÷610	490÷610	490÷610	490÷610	490÷610	490÷610	17	21	15
SG365W2	A đến C	365	355	355	325	305	295	490÷610	490÷610	490÷610	490÷610	490÷610	490÷610	17	21	15
SG400W	B	400	400	400	400	-	-	490÷610	490÷610	490÷610	490÷610	-	-	17	21	15
SG460W1	C	460	450	430	420	-	-	570÷720	570÷720	570÷720	570÷720	-	-	16	20	-
SG460W1	C	460	450	430	420	-	-	570÷720	570÷720	570÷720	570÷720	-	-	16	20	-
SG500W	C	500	500	500	500	-	-	570÷720	570÷720	570÷720	570÷720	-	-	16	20	-
SG700W	D	700	700	700	-	-	-	780÷930	780÷930	780÷930	-	-	-	14	16	

a Chỉ có một trong ba yêu cầu là cần thiết. Trừ quy định khi đặt hàng, nhà sản xuất có thể sử dụng chiều dài hoặc mẫu thử tương ứng hoặc cố định. Khi các giá trị thử nghiệm được báo cáo, các mẫu thử đã sử dụng phải được ghi rõ.
b Có thể giới hạn độ dày với nhà sản xuất.
c Đối với tất cả các độ dày của thép hình.
d Đối với thép hình với độ dày các cạnh trên 75 mm, độ dãn dài tối thiểu với mẫu 50 mm là 18% được áp dụng.

Bảng B.4 - Các giá trị thử va đập quy định theo phương pháp Charpy

Mác thép	Nhóm chất lượng	Năng lương hấp thụ va đập nhỏ nhất J		
		-20 °C	0 °C	+20 °C
SG245W1	A	-	-	-
SG245W2	B	-	-	27
SG345W	C	-	27	-
SG345WP	D	27	-	-
SG365W1				
SG365W2				
SG400W				
SG460W1				
SG460W2				
SG500W				
SG700W				

Bảng B.5 – Giá trị các bon đương lượng C_{eq}

Mác thép		SG365W1	SG365W2
Chiều dày thép	50 mm max.	Tối đa là 0,41%	Tối đa là 0,40%
	Trên 50 mm đến 100 mm	Tối đa là 0,43%	Tối đa là 0,42%
Giá trị các bon đương lượng của thép tấm có chiều dày lớn hơn 100 mm theo thỏa thuận giữa người mua và nhà cung cấp.			

Bảng B.6 – Giá trị đặc tính hàn của vật liệu P_{CM}

Mác thép		SG365W1	SG365W2
Chiều dày thép	50 mm max.	Tối đa là 0,24%	Tối đa là 0,24%
	Trên 50 mm đến 100 mm	Tối đa là 0,26%	Tối đa là 0,26%
Giá trị đặc tính hàn của vật liệu của thép tấm có chiều dày lớn hơn 100 mm theo thỏa thuận giữa người mua và nhà cung cấp.			

Phụ lục C

(Tham khảo)

Lưu ý về tính hàn

Thép quy định trong tiêu chuẩn này không thể phù hợp với các quá trình hàn khác nhau, do trạng thái của thép trong và sau khi hàn không chỉ phụ thuộc vào chất liệu mà còn phụ thuộc vào kích thước và hình dáng cũng như vào điều kiện gia công các thành phần.

Đặc tính hàn được tăng cho mỗi mác thép theo nhóm chất lượng A đến D.

Cần tiến hành biện pháp đặc biệt khi hàn mác thép S355WPB, S355WPC hoặc SG345WPA đến SG345WPD với nồng độ phốt pho cao.

Với sự gia tăng độ dày sản phẩm và gia tăng độ bền, sự xuất hiện của các vết nứt nguội trong vùng hàn tạo thành nguy hại chủ yếu. Vết nứt nguội gây ra bởi sự kết hợp các yếu tố sau:

- Lượng hydro có thể khuếch tán được trong kim loại hàn;

- Cấu trúc giòn của khu vực chịu tác động nhiệt;

-Tập trung lực kéo lớn tại các mối hàn.

Phụ lục D

(Tham khảo)

Thông tin bổ sung đối với việc sử dụng thép chịu thời tiết

Hiệu quả chống ăn mòn của lớp o-xit bảo vệ tự động liên quan tới bản chất tự nhiên của các thành phần và liên quan tới sự tập trung và phân phối riêng của các yếu tố hợp kim bên trong. Độ bền chống ăn mòn khí quyển phụ thuộc vào điều kiện thời tiết phải được lau khô và ẩm ướt cho hình thành lớp o-xit bảo vệ tự động của kim loại nền. Bảo vệ phụ thuộc vào điều kiện môi trường và những điều kiện khác chủ yếu ở phía bên kết cấu.

Cần tiến hành các điều khoản trong thiết kế và kết cấu hàn đối với lớp o-xit bảo vệ tự động trên bề mặt để hình thành và tái tạo lại không bị cản trở. Điều đó thuộc trách nhiệm của nhà thiết kế đưa vào thép không được bảo vệ ăn mòn trong những tính toán, khi cần thiết cần bổ sung bằng cách tăng độ dày sản phẩm.

Bảo vệ bề mặt quy ước được khuyến cáo khi nồng độ các chất hóa học đặc biệt trong không khí là khá lớn và thực sự cần thiết tại những vị trí mà kết cấu tiếp xúc với nước trong thời gian dài, tiếp xúc cố định với không khí ẩm hay được sử dụng trong không khí nước biển. Trước khi sơn, các sản phẩm phải được khử cặn. Trong điều kiện mẫu, khả năng ăn mòn của thép với độ bền ăn mòn không khí được cải tiến khi sơn thấp hơn so với thép có kết cấu quy ước.

Bề mặt kết cấu không tiếp xúc với các bộ phận nhưng có thể chịu được hấp thụ ngưng tụ cần được thông khí phù hợp. Nếu không, cần thiết phải bảo bảo vệ bề mặt phù hợp. Kích thước những yếu tố trên phụ thuộc vào điều kiện khí hậu hiện tại với nghĩa rộng nhất và trên chi tiết kết cấu không chấp nhận bất kỳ báo cáo hiệu lực thông thường về quá trình ăn mòn. Do đó, người dùng nên tham khảo nhà sản xuất thép đối với sự phù hợp của các sản phẩm cho từng ứng dụng.

Phụ lục E

(Tham khảo)

Điều kiện ứng dụng thép chịu thời tiết

E.1 Nguyên tắc bảo vệ chống ăn mòn

E.1.1 Nguyên tắc

Yêu cầu đối với cầu thép chịu thời tiết là sử dụng thép có đặc tính chống ăn mòn trong môi trường thích hợp.

Kết cấu thép chịu thời tiết được xây dựng trong điều kiện phù hợp sẽ không cần phải sơn. Chi phí cho sơn thép chịu thời tiết trong xây dựng và sơn lại sau khi xây dựng công trình sẽ không cần thiết. Mặc dù chi phí vật liệu cho thép chịu thời tiết có tăng, nhưng chi phí tăng này thấp hơn chi phí để sơn trong quá trình thi công. Hơn nữa, chi phí cho sơn lại sau khi xây dựng không cần thiết nên tổng chi phí trong quá trình xây dựng và chi phí bảo trì công trình sẽ được giảm. Như vậy, công trình xây dựng bằng thép chịu thời tiết đang được gọi là công trình kinh tế.

E.1.2 Chống ăn mòn

Thép chịu thời tiết là thép hợp kim thấp được thêm trong thành phần của nó một lượng nhỏ các chất phụ gia như Cu, Cr, Ni và P so với thép thông thường. Do có các chất phụ gia, một lớp gỉ với mật độ khá dày đặc được hình thành để tạo thành rào cản chống lại sự xâm nhập của các chất ăn mòn.

Đặc tính của thép hợp kim chứa các yếu tố trên hạn chế được việc giảm bề dày của thép, làm tốc độ ăn mòn kết cấu thấp đi trong khoảng thời gian dài, do vậy giữ được khả năng chịu tải lâu dài của kết cấu.

Xét về độ giảm độ dày của thép chịu thời tiết, thường chúng có gía trị khoảng 0,3 mm trong vòng 50 năm.

E.1.3 Sự xuất hiện lớp gỉ

Về bề ngoài, cầu thép chịu thời tiết có màu gỉ, màu gỉ đó chính thép tự có. Trong giai đoạn đầu của gỉ, thép thường gỉ theo những cách khác nhau và phản ứng nhạy cảm với môi trường xung quanh (nước, độ ẩm). Sự xuất hiện gỉ (đặc tính gỉ) của cầu thép chịu thời tiết thay đổi phụ thuộc đáng kể vào việc mưa hắt vào thép hoặc bị nước chảy qua thép. Do đó, đặc trưng của lớp gỉ có thể khác nhau giữa các bộ phận của cầu trong những năm đầu tiên và năm thứ hai sau khi xây dựng. Gỉ có thể phát triển không đồng đều trên các vị trí có nước mưa chảy hoặc bị nước mưa hắt vào. Lớp gỉ không đồng đều như vậy sẽ được đồng bộ hoá với lớp gỉ ở các bộ phận khác và trở nên ít nhận thấy hơn trong vài năm sau khi xây dựng.

E.2 Môi trường áp dụng

Thép chịu thời tiết dùng cho kết cấu cầu phải có đặc tính phù hợp và chỉ nên thiết kế để sử dụng trong môi trường thích hợp.

E.2.1 Đặc tính cần thiết của thép chịu thời tiết

Thép chịu thời tiết phải thoả mãn về điều kiện giảm độ dày trong thời gian khai thác. Giá trị giảm độ dày của thép phải nằm trong phạm vi không ảnh hưởng đến khả năng chịu tải của cầu theo thiết kế.

Lượng hao mòn hàng năm tối đa của thép chịu thời tiết là 0,03 mm.

Giá trị giảm độ dày của cho phép ở một mặt của thép là 0,3 mm trong 50 năm.

E.2.2 Môi trường áp dụng

Thép chịu thời tiết phải được sử dụng trong môi trường thích hợp, đáp ứng các đặc tính yêu cầu.

Môi trường phù hợp là những vùng có những yêu cầu sau đây:

a) Mức muối trong không khí trung bình hàng năm tối đa là 0,05 mdd ($mg/dm^2/day$ – 1mg muối bám trên diện tích $1dm^2$ trong 1 ngày).

b) Thời gian ẩm hàng năm (Time of Wetness – TOW) tối đa ở mức 6100 giờ/năm hoặc độ ẩm trung bình hàng năm tối đa là 85%.

Nếu TOW lớn hơn 6100 giờ/năm (độ ẩm trung bình hàng năm lớn hơn 85%), tiến hành thử nghiệm trong nhiều năm nhằm xác minh tính phù hợp của thép chịu thời tiết.

c) Hàm lượng oxit lưu huỳnh SO_3 trung bình trong khí quyển không vượt quá 2,1 mg trên 100 cm^2 mỗi ngày.

Phụ lục F

(Tham khảo)

Điều kiện ứng dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu

F.1 Tổng quan

Khi áp dụng tiêu chuẩn này cho công trình cầu phải đồng thời tuân thủ các yêu cầu tại các tiêu chuẩn quốc gia TCVN hiện hành về thiết kế và thi công cầu.

F.2 Môi trường áp dụng

Đặc tính cần thiết của thép chịu thời tiết và môi trường áp dụng chung cho thép chịu thời tiết được giới thiệu tại Phụ lục E. Ngoài ra, đối với cầu, môi trường áp dụng phù hợp còn thêm các điều kiện sau đây.

Khoảng cách từ mặt nước đến đáy dầm cầu phải đảm bảo một khoảng cách đủ lớn. Đối với từng trường hợp bề mặt nước cụ thể, khoảng cách mặt nước trung bình đến đáy dầm cầu phải đảm bảo như sau:

- 2,5 m trở lên đối với bề mặt nước nước chảy (ví dụ, sông).

- 3,0 m trở lên đối với mặt nước tĩnh (ví dụ, đầm lầy, ao, hồ).

- 4,5 m trở lên đối với sông ở vùng nước lợ.

F.3 Thiết kế kết cấu

F.3.1 Đặc tính vật liệu

a) Mác thép

Có chín mác thép là S235, S355, SG245, SG345, SG365, SG400, SG460, SG500 và SG700 quy định trong tiêu chuẩn này và các mác thép 60 và 65 quy định trong tiêu chuẩn ASTM A871/A871M có thể sử dụng được trong xây dựng cầu.

Việc xác định giới hạn bền kéo tối thiểu cho thấy, chỉ có những mác thép chịu lực tốt hơn mới có khả năng được sử dụng. Sự thay đổi về giới hạn bền kéo tối thiểu với độ dày của thép chịu thời tiết cũng giống như đối với thép kết cấu thông thường, vì vậy các quy định thiết kế về sức bền được áp dụng cho thép kết cấu thông thường cũng được áp dụng cho thép chịu thời tiết.

Trong lựa chọn thép chịu thời tiết, sẽ thích hợp hơn nếu sử dụng thép đã được thí nghiệm về môi trường áp dụng, về ăn mòn và được tiến hành kiểm tra thích hợp.

b) Tiêu chuẩn đối với vật liệu hàn

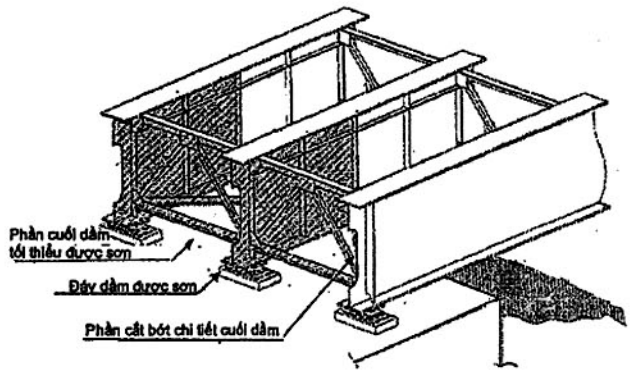
Cần sử dụng loại vật liệu hàn có tính chất cơ học bằng hoặc cao hơn, tính bền và đặc tính chống ăn mòn khí quyên tốt hơn thép đã được chọn khi tính toán.

c) Tiêu chuẩn về bulông cường độ cao

Đối với các bu lông cường độ cao được sử dụng cho thép kết cấu chịu thời tiết, sử dụng loại có tính chất cơ học phù hợp, có độ bền và có tính chất chịu thời tiết.

F.3.2 Kết cấu chi tiết

Nguyên tắc đầu tiên trong kết cấu chi tiết đối với cầu sử dụng thép chịu thời tiết là áp dụng những kinh nghiệm thực tiễn đã có đối với kết cấu thép thông thường.



Hình F.1 - Phần cuối dầm cầu thép chịu thời tiết

Một số chi tiết khi chế tạo có thể có giá thành cao hoặc các chi tiết ở khu vực chịu mỏi nhạy cảm có thể dẫn đến độ bền mỏi của cầu giảm, điều đó đòi hỏi người thiết kế phải cân nhắc cẩn thận những ưu, nhược điểm, xét đến tất cả các yếu tố ảnh hưởng trước khi lựa chọn kết cấu chi tiết.

Tốt nhất, đối với bất kỳ bộ phận nào của cầu thép chịu thời tiết, cần phải được thiết kế sao cho nó không bị ướt hoặc không xảy ra ứ đọng nước trên đó. Nếu không thể thực hiện được các yêu cầu như vậy, cần phải sơn bộ phận đó.

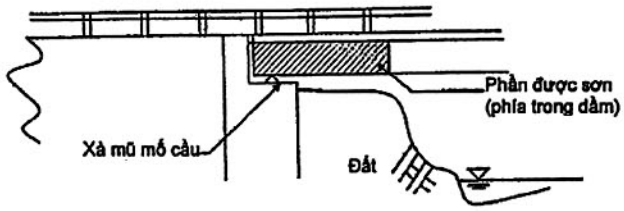
Sau đây là phần đề cập đến kết cấu đặc trưng cụ thể.

a) Sơn phần đầu dầm

Phần dầm cầu trên đỉnh của mố hoặc trụ cầu dễ bị ẩm ướt, cần sơn phần kết cấu này. Cũng cần sơn phần dầm cầu nằm gần mặt đất (xem Hình F.1 và Hình F.2).

b) Gối cầu

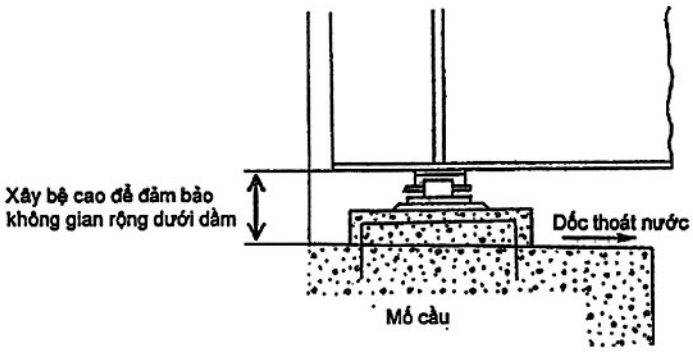
Dầm cầu phía trên mố hoặc trụ cầu dễ dàng bị ẩm ướt nên bệ của gối cầu phải cao để được thông gió tốt. Bệ của gối cầu phải đủ cao để đảm bảo khoảng cách giữa xà mũ mố hoặc trụ cầu với đáy dầm cầu trong khoảng xấp xỉ 30 cm.



Hình F.2 - Sơn trong trường hợp mặt đất gần dầm cầu

c) Thoát nước trên bề mặt mố cầu

Để ngăn chặn tình trạng ứ đọng nước xảy ra trên đỉnh của mố hoặc trụ cầu, mặt đỉnh mố hoặc trụ cầu phải đảm bảo độ nghiêng thoát nước khoảng 5% (xem Hình F.3).



Hình F.3 - Không gian tại mố cầu và dốc thoát nước

d) Cắt bớt chi tiết đầu dầm

Đầu mỗi dầm cầu, cần cắt bớt một phần để.tạo điều kiện thông thoáng và để kiểm tra đoạn cuối dầm (xem hình F1).

đ) Xử lý ống thoát nước

Để ngăn không cho nước thoát bắn vào dầm cầu, phần cuối của đường ống thoát nước phải cách ít nhất 50 cm dưới mặt bích dưới của dầm cầu.

e) Sơn phía trong dầm hộp

Mặt bên trong của kết cấu dạng hộp từ thép hình và mặt bên trong của dầm hộp dễ bị ẩm ướt, các bề mặt bên trong này nên được sơn.

F.3.3 Liên kết hàn

Đối với hàn thép chịu thời tiết, cần thiết kế các mối hàn đáp ứng đủ bền so với yêu cầu độ dư ăn mòn thông thường của mối hàn. Nếu có thể, người thiết kế nên cố gắng để xác định các đường hàn cần được thực hiện trong một lần. Với đường hàn đơn nhỏ, thường cho phép sử dụng que hàn thép carbon vì khi hàn có sự phát triển của nguyên tố hợp kim từ vật liệu gốc để cung cấp đặc tính hàn phù hợp. Với đường hàn lớn, không gian hẹp, khi hàn cần phải sử dụng loại que hàn đặc biệt, phù hợp với vật liệu gốc.

Một chi tiết nằm ngang trong vùng rộng có đường hàn, đường hàn có thể gây đọng nước. Trong trường hợp đó, cần phải mài phẳng đường hàn.

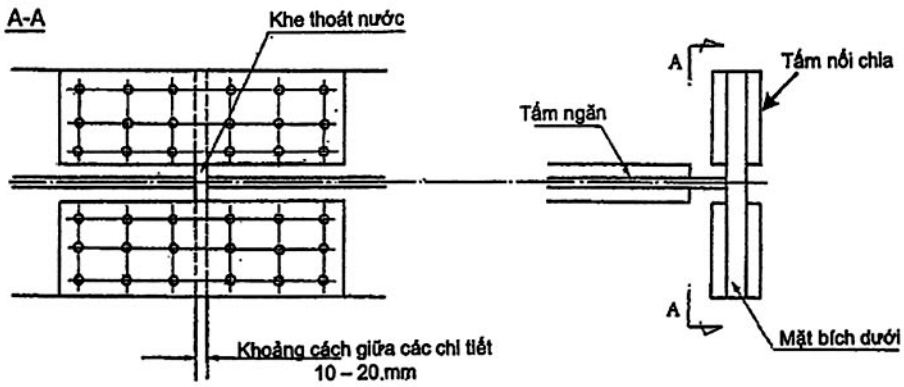
F.3.4 Liên kết bu lông

Liên kết bu lông cần chú ý tránh để kẽ hở ở mặt tiếp xúc chung càng ít càng tốt. Trong thực tế, mối nối bắt bu lông không tránh được việc có kẽ hở, nhưng cần giữ để kẽ hở giữa các mặt tiếp xúc chung trong mối liên kết không phát sinh thêm. Mối nối bu lông đòi hỏi phải sử dụng các bu lông chịu lực, như bu lông cường độ cao.

Việc đọng nước và xâm nhập của nước vào các bề mặt tiếp.xúc dễ dàng xảy ra trong liên kết bu lông, do vậy cần xem xét những yếu tố sau đây.

a) Khe hở giữa các chi tiết của dầm chính

Tại mối kết nối của các dầm chính, việc đọng nước dễ dàng xảy ra ở phần liên kết bu lông. Để tránh điều này, cần đảm bảo khe hở giữa các chi tiết kết nối dầm trong thiết kế có độ lớn khoảng từ 10 đến 20 mm (Hình F.4)



Hình F.4 - Kết cấu của liên kết bu lông dầm chính

b) Phân chia tấm nối của mặt bích dưới dầm

Một phần nhỏ ứ đọng nước có thể được hình thành giữa các chi tiết của dầm và tấm nối. Để ngăn chặn điều này, tạo kết cấu không đọng nước bằng cách phân chia các tấm nối của mặt bích dưới dầm ra (Hình E.4).

c) Khoảng cách từ cạnh tấm nối đến bu lông

Nếu chiều dài của cạnh tấm nối bu lông lớn, nước có thể dễ dàng xâm nhập giữa các tấm. Để tránh điều này, độ dài từ cạnh tấm nối đến tâm bulông không được vượt quá tám lần độ dày của các tấm nối.

d) Tránh kết cấu thêm tấm độn phụ

Nếu sử dụng tấm độn phụ, nước sẽ dễ dàng xâm nhập giữa các tấm. Do đó, tránh sử dụng tấm độn phụ đến mức có thể. Nếu không thể tránh khỏi việc sử dụng tấm phụ, sử dụng một tấm thép có tính năng chống thấm làm tấm phụ.

F.4 Yêu cầu trong chế tạo và lắp đặt

F.4.1 Yêu cầu chung

Nhìn chung, bất kỳ một liên kết giữa thép chịu thời tiết với một vật liệu mạ kẽm khác sẽ kéo theo nguy cơ ăn mòn của một trong hai loại thép. Tuy nhiên, ăn mòn này chỉ xảy ra khi có chất điện phân (như nước) để kết nối.

Trong chế tạo và lắp đặt, cần chú ý không để cho các dầm dính bụi bẩn hoặc có gỉ không đồng đều.

Mặc dù việc dính bụi bẩn và có gỉ không đồng đều không làm suy giảm đặc tính chịu thời tiết của thép, nhưng có thể làm giảm sự xuất hiện lớp gỉ trên bề mặt thép chịu thời tiết. Vì vậy, cần thiết phải chú ý không để có bụi bẩn hoặc rỉ không đồng đều trong quá trình chế tạo tại nhà máy, vận chuyển và lắp đặt dầm tại hiện trường.

F.4.2 Chuẩn bị bề mặt và chế tạo

F.4.2.1 Tạo hình nguội và tạo hình nóng

Trong giai đoạn tạo hình nguội hoặc tạo hình nóng, đối với thép chịu thời tiết không đòi hỏi có sự chú ý đặc biệt nào và thép chịu thời tiết có thể được coi như thép thông thường.

F.4.2.2 Cắt

Cắt nhiệt hơi (ví dụ oxy-acetylene hoặc oxy-propan) hoặc cắt plasma hồ quang đối với thép chịu thời tiết có thể thực hiện theo các quy trình như đối với thép cac bon-man gan tương đương về giá trị carbon và độ dày. Việc áp dụng gia nhiệt trước tương tự như dùng cho hàn sẽ tránh được việc làm cứng quá mức các cạnh cắt.

F.4.2.3 Phòng chống dính bám dầu

Trong chế tạo và lắp dựng, cần ngăn ngừa sự dính bám dầu hoặc các chất tương tự vào thép.

Dầu bám vào bề mặt rỉ sét của tấm thép sẽ khó loại bỏ và dấu vết của nó sẽ vẫn còn lưu lại một khoảng thời gian dài. Tương tự như vậy đối với mỡ, sơn vv. Tránh sử dụng và tránh để các chất trên dính bám vào thép.

F.4.2.4 Tránh để nước mưa bắn vào trong khi bảo quản và đặt tạm thời dầm thép chịu thời tiết.

. Nếu dầm được đặt tạm thời trên mặt bằng nhà máy hoặc hiện trường, tránh nước mưa bắn vào; cần đặt dầm cách mặt đất bằng cách sử dụng các thanh đỡ ngang phía đáy dầm. Nước mưa có lẫn đất bắn vào sẽ dính chặt vào dầm, rất khó để loại bỏ và dấu vết của nó sẽ lưu lại một khoảng thời gian dài. Vì vậy, giữ cho dầm xa mặt đất khi chúng được xếp đặt tạm thời.

Cần phải chú ý đến vị trí của dầm để ngăn chặn tình trạng ứ đọng nước mưa

F.4.2.5 Tránh sự bám dính của muối trong không khí

Tránh bám dính của muối trong không khí khi vận chuyển đường biển.

Nếu dầm được vận chuyển bằng đường biển, chúng dễ bị tiếp xúc với môi trường muối trong không khí. Vì vậy, phải có biện pháp cần thiết để che dậy dầm.

F.4.2.6 Chuẩn bị bề mặt

Điều quan trọng là phải loại bỏ khỏi bề mặt của thép tất cả các chất gây bẩn để cho phép thép tạo lớp gỉ tự bảo vệ. Sau khi chuẩn bị bề mặt, việc loại bỏ các chất gây bẩn có thể đạt được bằng cách phun hạt phi kim loại.

Sử dụng chất xử lý bề mặt là phương pháp hiệu quả để tránh được việc tạo thành lớp gỉ không đồng đều ban đầu hoặc chảy gỉ.

F.4.3 Vận chuyển, lưu giữ và lắp đặt

F.4.3.1 Việc sử dụng móc treo bằng kim loại khi bốc xếp, vận chuyển phải được kiểm soát cẩn thận vì chúng có thể làm hỏng lớp bảo vệ bề mặt thép. Mặc dù lớp gỉ bảo vệ sẽ phát triển lại trong trường hợp bình thường, thế nhưng lớp gỉ sẽ không được đồng đều cho đến thời điểm phát triển lại.

F.4.3.2 Lưu giữ thép hình và thép tấm cần đảm bảo để lớp gỉ bảo vệ tiếp tục phát triển. Cần thực hiện việc chăm sóc đặc biệt để đảm bảo thép tấm và thép hình không bị ướt liên tục hoặc bị bao bọc bởi hơi ẩm hoặc bụi bẩn. Phủ nhựa hoặc vải bạt không được khuyến khích vì nó thúc đẩy sự ngưng tụ và ngăn ngừa việc bay hơi ẩm trong không khí, không làm khô được thép.

F.4.3.3 Trong lắp ráp, cần có các biện pháp phòng ngừa ô nhiễm và phá hủy. Vị trí mối hàn cần quy định xử lý đặc biệt, như mài phần hàn dư thừa phía trên của mặt bích để ngăn ngừa sự ăn mòn. Cần phun hạt làm sạch để đảm bảo cho tất cả các bề mặt của thép chịu thời tiết cùng một màu đồng nhất trong cùng một khoảng thời gian.

E.5 Yêu cầu về bảo trì

F.5.1 Yêu cầu chung

Bảo trì cầu thép chịu thời tiết cần được thực hiện thường xuyên và thỏa đáng. Cầu đường bộ, trong tự nhiên và trong sử dụng tích lũy nhiều bụi bẩn ngưng tụ bị ẩm ướt và chịu tác động bởi các yếu tố như các vị trí không kín khít phát sinh do lưu lượng giao thông và việc tiếp xúc với môi trường muối và các chất ô nhiễm trong khí quyển. Sự kết hợp của các yếu tố khác nhau này làm cho thép chịu thời tiết không tạo được lớp gỉ bảo vệ cho cầu. Bảo trì phải hướng đến việc ngăn ngừa hoặc cải thiện những yếu tố kể trên.

F.5.2 Quy trình bảo trì

Các quy trình bảo trì sau đây có thể được yêu cầu, tùy thuộc vào kết quả kiểm tra:

F.5.2.1 Loại bỏ các loại bụi bám bằng khí nén của máy nén khí hoặc thiết bị hút bụi.

F.5.2.2 Loại bỏ lớp gỉ tạo thành mảng.

F.5.2.3 Loại bỏ các mảng bụi ướt và các chất dính bám chặt vào bề mặt thép bằng khí áp lực cao. Điều này đặc biệt quan trọng đối với các bề mặt bị nhiễm mặn.

F.5.2.4 Sửa chữa tất cả các chỗ bị rò rỉ nước.

F.5.2.5 Làm sạch cống dẫn nước và đường ống xuống.

F.5.2.6 Di chuyển cây cối từ các vùng lân cận của cầu.

F.5.2.7 Nếu cần thiết, phải lắp đặt hệ thống thoát nước mới để dẫn nước từ các kết cấu của cầu đến nơi thoát nước.

F.6 Yêu cầu về kiểm tra cầu thép chịu thời tiết

F.6.1 Tổng quan

Kiểm tra là việc làm rất cần thiết để càng sớm càng tốt, nếu có bất kỳ vấn đề đặc biệt nào xảy ra đối với cầu thép chịu thời tiết, chúng phải được phát hiện nhằm khắc phục hoàn toàn, thỏa đáng.

F.6.1.1 Các loại hình kiểm tra

Kiểm tra được chia thành kiểm tra lần đầu, kiểm tra tổng quát và kiểm tra chi tiết.

Đối với cầu thông thường, thời gian kiểm tra phải tuân theo quy trình kiểm tra. Đối với cầu thép chịu thời tiết, do có những đặc điểm riêng và đối với các đặc tính đó, ngoài kiểm tra như đối với cầu thông thường, cần kiểm tra khác liên quan đến yêu cầu của thép chịu thời tiết.

F.6.1.2 Xử lý trong kiểm tra

Trong kiểm tra, đặc biệt chú ý đến sự hiện diện hay không hiện diện lớp gỉ.

Các biện pháp xử lý bao gồm những công việc sau đây.

a) Tìm nguyên nhân và đưa ra hành động loại trừ: Ví dụ, rò rỉ nước do hư hỏng thiết bị bị giãn nở, rò rỉ nước do hư hỏng hệ thống thoát nước, vv .. được xem như nguyên nhân. Trong trường hợp như vậy, sửa chữa các phần hư hỏng của hệ thống.

b) Sơn sửa chữa: Trong trường hợp số lượng ăn mòn không lớn và không ảnh hưởng đến khả năng chịu tải, tiến hành sơn cục bộ .

c) Gia cường chi tiết: Trong trường hợp số lượng ăn mòn lớn và có thể ảnh hưởng đến khả năng chịu tải, cần gia cố cục bộ chi tiết, ví dụ, áp dụng một gia cường bằng cách thêm một tấm ngoài .

d) Thay thế chi tiết: Trong trường hợp số lượng của ăn mòn lớn và sâu rộng, cần thay thế cả chi tiết.

F.6.2 Kiểm tra lần đầu

Kiểm tra lần đầu được tiến hành trong năm đầu tiên hoặc thứ hai sau khi xây dựng. Mục đích chính là phát hiện và sửa chữa vị trí ứ đọng nước cục bộ hay khiếm khuyết của hệ thống thoát nước, hoặc những khiếm khuyết không được đề cập ở giai đoạn thiết kế. Với việc kiểm tra lần đầu, thiệt hại do ăn mòn có thể được ngăn chặn.

F.6.3 Kiểm tra tổng quát

Kiểm tra tổng quát được tiến hành hàng năm sau kiểm tra lần đầu. Kiểm tra đối với cầu thép chịu thời tiết cũng giống như kiểm tra các cầu thông thường. Cần đặc biệt chú ý đến thay đổi ở cuối dầm và hư hại khe co giãn, hệ thống thoát nước vv, thông qua kiểm tra bằng mắt thường.

Cần đưa ra các câu hỏi để được trả lời khi kiểm tra tổng quát để đánh giá đặc tính và trạng thái của thép chịu thời tiết như sau:

F.6.3.1 Có những mảng bụi nằm trên kết cấu của cầu

F.6.3.2 Có hiện tượng cây cối gần cầu thường gây ẩm ướt cho kết cấu?

F.6.3.3 Có bề mặt nào bị bẩn do chất bẩn hoặc vật liệu khác đọng lại?

F.6.3.4 Có phải tất cả các mối nối thực hiện đúng quy cách?

F.6.3.5 Nếu nước rơi vào bất kỳ một phần nào của cầu, nó có khả năng tự khô được không?

F.6.3.6 Có hệ thống thu nước tại bất kỳ điểm nào của cầu?

F.6.4 Kiểm tra chi tiết

Kiểm tra chi tiết được tiến hành trong các năm thứ 5 và thứ 10 sau khi xây dựng và sau đó tiến hành cứ 10 năm một lần. Kiểm tra đối với cầu thép chịu thời tiết cũng giống như kiểm tra các cầu thông thường. Kiểm tra chi tiết được thực hiện bằng mắt thường để đánh giá trực quan tình trạng gỉ sét trong khu vực chính. Ngoài ra, cần phải đo độ dày tại các điểm cần quan trắc.

Khi một bề mặt bị ăn mòn nghiêm trọng rõ rệt, người kiểm tra phải nhận biết được các màu sắc khác nhau, xem xét kết cấu và hình dạng chung của kết cấu để đánh giá liệu màng gỉ này còn hoạt động bảo vệ thép được hay không.

Đề phòng việc đánh giá sự xuất hiện rõ nét màng gỉ có thể là nhầm lẫn, khi kiểm tra chi tiết nếu gặp trường hợp nghi vấn, cần có các phép thử cơ lý hoặc các phép thử khác để xác định chắc chắn là lớp gỉ bảo vệ thép hay màng gỉ bám trên thép cơ bản.

Thư mục tài liệu tham khảo

[1] ASTM A588/A588M, High strength low alloy structural steel, up to 345 MPa minimum yield point, with atmospheric corrosion resistance (Thép kết cấu chịu ăn mòn khí quyển cường độ cao hàm lượng hợp kim thấp, giới hạn chảy tối thiểu lên đến 345MPa).

[2] ASTM A871/A871M, Specification for High-Strength Low-Alloy Structural Steel Plate With Atmospheric Corrosion Resistance (Đặc tính của thép tấm chịu ăn mòn khí quyển cường độ cao hàm lượng hợp kim thấp).

[3] ASTM G101, Standard guide for estimating the atmospheric corrosion resistance of low alloy steels (Tiêu chuẩn chỉ dẫn đánh giá khả năng chịu ăn mòn khí quyển của thép hàm lượng hợp kim thấp).

[4] EN 10025-5:2004, Hot rolled products of structural steels – Part 5: Technical delivery conditions for Structural steels with improved atmospheric corrosion resistance (Sản phẩm cán nóng của thép kết cấu – Phần 5: Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp thép kết cấu chịu ăn mòn khí quyển).

[5] ISO 630-5, Structural steels – Prart 5:Technical delivery conditions for Structural steels with improved atmospheric corrosion resistance (Thép kết cấu – Phần 5: Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp thép kết cấu chịu thời tiết).

[6] JIS G 3114, Hot rolled atmospheric corrosion resisting steels for welded structures (Thép cán nóng chịu thời tiết dùng cho kết cầu hàn).

[7] JIS G 3140, Higher yield strength steel plates for bridges (Thép tấm có giới hạn chảy cao dùng cho cầu).

[8] TCVN 9986-1 (ISO630-1), *Điều kiện kỹ thuật chung khi cung cấp sản phẩm thép cán nóng.*

[9] 橋道路腐鋼食保護 (Sổ tay hướng dẫn công tác chống ăn mòn cầu thép của Nhật Bản)