TCVN **TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

TCVN 13863:2023

Xuất bản lần 1

PHỤ GIA ỨC CHẾ ĂN MÒN CỐT THÉP TRONG BÊ TÔNG DO TÁC NHÂN CLORUA

Standard specification for admixtures to inhibit chloride-induced corosion of reinforcing steel in concrete

HÀ NỘI - 2023

Lời nói đầu

TCVN 13863:2023 được xây dựng trên cơ sở tham khảo ASTM C1582/C1582M-11 (2017) *Standard Specification for Admixtures to Inhibit Chloride-Induced Corrosion of Reinforcing Steel in Concrete.*

TCVN 13863:2023 do Viện Vật liệu xây dựng - Bộ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Phụ gia ức chế ăn mòn cốt thép trong bê tông do tác nhân clorua

Standard specification for admixtures to inhibit chloride-induced corrosion of reinforcing steel in concrete

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này áp dụng cho những chất sử dụng làm phụ gia ức chế ăn mòn cốt thép trong bê tông do tác nhân clorua.

1.2 Kết quả thử nghiệm được thực hiện để đáp ứng tiêu chuẩn này không được sử dụng để xếp hạng tính năng hiện trường của những phụ gia ức chế ăn mòn khác nhau.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với tài liệu viện dẫn 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 sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 1651-2, *Thép cốt bê tông – Phần 2: Thép thanh vằn.*

TCVN 3106, *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt.*

TCVN 3111, *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp xác định hàm lượng bọt khí.*

TCVN 3118, *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ chịu nén.*

TCVN 3119, *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ kéo khi uốn.*

TCVN 6067, *Xi măng poóc lăng bền sulfat.*

TCVN 7570, *Cốt liệu cho bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 7572-2, *Cốt liệu cho bê tông và vữa – Phương pháp thử - Phần 2: Xác định thành phần hạt.*

TCVN 7572-6, *Cốt liệu cho bê tông và vữa – Phương pháp thử - Phần 6: Xác định khối lượng thể tích xốp và độ hổng*

TCVN 7572-15, *Cốt liệu cho bê tông và vữa – Phương pháp thử - Phần 15: Xác định hàm lượng clorua.*

TCVN 7951, *Hệ chất kết dính gốc nhựa epoxy cho bê tông – Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 8826, *Phụ gia hóa học cho bê tông.*

TCVN 12300, *Phụ gia cuốn khí cho bê tông.*

TCVN 13862:2023 *Phụ gia hoá học cho bê tông – Xác định ảnh hưởng của phụ gia hoá học đến ăn mòn cốt thép bê tông trong môi trường clorua*

ASTM G180 *Standard Test Method for Corrosion Inhibiting Admixtures for Steel in Concrete by Polarization Resistance in Cementitious Slurries (Phương pháp thử cho phụ gia ức chế ăn mòn cốt thép trong bê tông bằng điện trở phân cực trong hồ xi măng)*

ASTM C125, *Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates (Thuật ngữ về Bê tông và Cốt liệu trong bê tông).*

ASTM G15, *Terminology Relating to Corrosion and Corrosion Testing (Thuật ngữ liên quan đến ăn mòn và thử nghiệm ăn mòn).*

3 Thuật ngữ, định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa được nêu trong ASTM C125, ASTM G15 và các thuật ngữ, định nghĩa sau:

3.1

Hàm lượng ion clorua (chloride-ion content)

Hàm lượng ion clorua hòa tan trong axit của mẫu bột bê tông tại chiều sâu tương đương với vị trí của cốt thép, được xác định theo TCVN 7572-15 trên mẫu bột.

3.2

Kết thúc thử nghiệm (completion of testing)

Kết thúc thử nghiệm theo TCVN 13862:2023 khi các điều kiện sau được thỏa mãn: (1) giá trị dòng điện tích macrocell trung bình trong dầm đối chứng lớn hơn hoặc bằng 150 C và (2) hàm lượng ion clorua trung bình trong dầm thử lớn hơn hoặc bằng hàm lượng ion clorua tới hạn.

CHÚ THÍCH 1 – Tham khảo Phụ lục A để nắm được phương pháp được sử dụng để đánh giá tính chất của phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua.

3.3

Dầm đối chứng (Control beams)

Dầm được chế tạo từ bê tông không sử dụng phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua theo TCVN 13862:2023

3.4

Hàm lượng ion clorua tới hạn (Critical chloride-ion content)

Hàm lượng ion clorua trung bình trong dầm đối chứng không cốt thép tại t_{50} cộng với độ lệch chuẩn

3.5

Dầm cốt thép (reinforced beams)

Dầm được sử dụng để đo dòng ăn mòn macrocell theo TCVN 13862:2023

3.6

t_{50} (t_{50})

Thời gian khi dòng điện tích macrocell trung bình của dầm đối chứng đạt 50 C.

3.7

t_{150} (t_{150})

Thời gian khi dòng điện tích macrocell trung bình của dầm đối chứng đạt 150 C

3.8

Dầm thử (test beams)

Dầm có sử dụng phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua được chế tạo từ bê tông theo TCVN 13862:2023

3.9

Dầm không cốt thép (unreinforced beams)

Dầm không có cốt thép dùng để thử nghiệm theo chu kỳ trong TCVN 13862:2023 và dùng để xác định hàm lượng ion clorua.

3.10

Ăn mòn macrocell (macrocell corrosion)

Sự ăn mòn kim loại được đặt trong môi trường vật liệu có cấu trúc xốp (ví dụ như bê tông hoặc đất) gây ra bởi pin nồng độ hoặc pin galvanic. Các dạng pin này tồn tại trên phạm vi không nhỏ hơn kích thước chính nhỏ nhất của vật liệu bị ăn mòn (ví dụ như đường kính của thanh hoặc ống).

3.11

Phụ gia ức chế ăn mòn (corrosion inhibiting admixture)

Phụ gia làm giảm khả năng ăn mòn cốt thép trong bê tông.

4 Yêu cầu chung

4.1 Để phù hợp với yêu cầu ban đầu của tiêu chuẩn này, bê tông thử nghiệm có sử dụng phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua phải phù hợp với các mức yêu cầu được quy định trong Bảng 1.

4.2 Bên mua có quyền yêu cầu thí nghiệm lại (có giới hạn) để xác định sự phù hợp của loại phụ gia định mua với các yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn này.

4.2.1 Việc thí nghiệm lại tính chất vật lý sẽ bao gồm những thí nghiệm về độ đồng nhất: phân tích phổ hồng ngoại, hàm lượng chất khô, và khối lượng riêng theo Điều 5.7 của TCVN 8826.

4.2.2 Việc thí nghiệm lại các tính năng kỹ thuật của phụ gia đối với hỗn hợp vữa và bê tông bao gồm thời gian đông kết và cường độ chịu nén ở 3 ngày, 7 ngày và 28 ngày. Khách hàng có những yêu cầu riêng có quyền yêu cầu các thử nghiệm bổ sung có trong tiêu chuẩn này.

4.3 Theo yêu cầu của bên mua, nhà sản xuất phải công bố bằng văn bản đảm bảo rằng phụ gia được cung cấp để sử dụng trong dự án giống với phụ gia đã được thử nghiệm, đầy đủ về tất cả các tính chất (bao gồm cả nồng độ) và phù hợp tiêu chuẩn này.

4.4 Các thử nghiệm về độ đồng nhất được thực hiện trên mẫu thử ban đầu theo TCVN 8826 và kết quả được lưu giữ để tham khảo và so sánh với kết quả thử nghiệm của các mẫu được lấy từ vị trí khác trong lô hoặc các lô phụ gia tiếp theo được cung cấp để sử dụng trong dự án.

Bảng 1 – Yêu cầu về tính chất cơ lý của bê tông có chứa phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua

Tên chỉ tiêu	Mức yêu cầu
1. Thời gian đông kết chênh lệch so với mẫu đối chứng, (h:min)	
- Bắt đầu: không lớn hơn	Không sớm hơn 3:30 nhưng không muộn hơn 3:30
- Kết thúc: không lớn hơn	Không sớm hơn 3:30 nhưng không muộn hơn 3:30
2. Giá trị tương đối của cường độ chịu nén tối thiểu so với mẫu đối chứng [A, B], %	
- 3 ngày	80
- 7 ngày	80
- 28 ngày	80
- 6 tháng	80
- 1 năm	80
3. Giá trị tương đối của cường độ chịu uốn tối thiểu so với mẫu đối chứng [A, B], %	
- 3 ngày	80
- 7 ngày	80
- 28 ngày	80
4. Giá trị tương đối của độ co ngót cứng, %, không lớn hơn	
- Khi độ thay đổi chiều dài của mẫu bê tông đối chứng là A %, với A không nhỏ hơn 0,03 %	135A
- Khi độ thay đổi chiều dài của mẫu bê tông đối chứng là B % , với B nhỏ hơn 0,03 %	B + 0,01 %
5. Hệ số độ bền băng giá tương đối, %, không nhỏ hơn	80

[A] Các giá trị trong Bảng bao gồm sai lệch bình thường cho phép trong các kết quả thử nghiệm. Mục tiêu 80 % cường độ là yêu cầu mức chất lượng so với mẫu bê tông đối chứng. Bê tông cốt thép chịu nước lợ, phun muối và/ hoặc khử mặn yêu cầu tỷ lệ nước – xi măng từ 0,40 trở xuống để có độ bền lâu. Yêu cầu về độ bền lâu này thường dẫn đến cường độ chịu nén vượt quá yêu cầu về mặt kết cấu. Nếu cần bê tông cường độ cao cho mục đích kết cấu, thành phần hỗn hợp cần được điều chỉnh khi sử dụng phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua.

[B] Cường độ chịu nén và uốn của bê tông chứa phụ gia tại mọi ngày tuổi không được thấp hơn 90 % cường độ đạt được ở tuổi thí nghiệm trước đó. Mục tiêu của giới hạn này là yêu cầu cường độ chịu nén hoặc uốn của bê tông không được giảm theo ngày tuổi.

5 Tính năng ức chế ăn mòn

5.1 Ngoài việc chế tạo bê tông đáp ứng các yêu cầu trong Bảng 1, phụ gia thử nghiệm phải đáp ứng tính năng ức chế ăn mòn trong Bảng 2 khi được thí nghiệm theo TCVN 13862:2023 với độ sâu của cốt thép và thành phần hỗn hợp được quy định trong Điều 10 và Điều 11 của tiêu chuẩn này, hoặc như quy định trong Điều 15 khi thử nghiệm theo ASTM G180 bằng cách sử dụng NaCl 0,5 M.

5.2 Kết thúc thử nghiệm (xem 3.2) theo TCVN 13862:2023 khi thỏa mãn những yêu cầu sau:

5.2.1 Giá trị dòng điện tích macrocell trung bình của dầm thử phải nhỏ hơn hoặc bằng 50 C.

5.2.2 Diện tích bị ăn mòn trung bình của thanh cốt thép bên trên trong dầm thử phải nhỏ hơn hoặc bằng một phần ba diện tích bị ăn mòn trung bình của thanh cốt thép bên trên trong dầm đối chứng.

5.2.3 Hàm lượng ion clorua trung bình của dầm thử phải lớn hơn hoặc bằng với hàm lượng ion clorua tới hạn.

5.3 Nếu thử nghiệm theo ASTM G180, giá trị điện trở phân cực trung bình (Rp) của các mẫu thử chứa phụ gia ức chế ăn mòn phải ít nhất lớn hơn tám lần so với điện trở phân cực của các mẫu đối chứng.

Bảng 2 – Yêu cầu về tính năng ức chế ăn mòn

Tên chỉ tiêu	Mức yêu cầu	Phương pháp thử
1. Giá trị dòng điện tích macrocell trung bình của dầm thử, C[A], không lớn hơn	50	TCVN 13862:2023
2. Diện tích bị ăn mòn trung bình của cốt thép trong dầm thử, tỷ lệ so với dầm đối chứng[A], không lớn hơn	1/3	
3. 1/Rp trung bình so với mẫu đối chứng[B], không lớn hơn	1/8	ASTM G 180
[A] Khi kết thúc thử nghiệm theo TCVN 13862:2023 và dựa trên tối thiểu ba mẫu thử và ba mẫu đối chứng, không bao gồm các mẫu bị loại bỏ. [B] Thử nghiệm theo ASTM G180 với bốn mẫu đối chứng và 4 mẫu thử nghiệm tại nồng độ NaCl 0,5 M.		

6 Bao gói và ghi nhãn

6.1 Phụ gia được đóng gói trong các bao, hoặc thùng chứa phải được nhà sản xuất ghi nhãn rõ ràng những thông tin sau:

- Tên cơ sở sản xuất;

- Tên thương mại của phụ gia, loại phụ gia;

- Khối lượng hoặc thể tích không kể bao bì;

- Ngày, tháng, năm sản xuất và thời hạn sử dụng.

7 Bảo quản và vận chuyển

7.1 Phụ gia phải được lưu giữ một cách thích hợp cho phép dễ dàng kiểm tra và nhận dạng đúng từng lô hàng (hoặc chuyến hàng).

7.2 Phụ gia phải được bảo quản trong điều kiện kín thích hợp để tránh tác động của thời tiết như mưa, nắng, môi trường ẩm ướt,...

7.3 Phụ gia phải được vận chuyển trên các phương tiện thích hợp, tránh làm biến dạng, thủng, rách bao bì dẫn đến làm thất thoát khối lượng cũng như ảnh hưởng đến chất lượng của sản phẩm.

8 Lấy mẫu và kiểm tra

8.1 Lấy mẫu và kiểm tra theo TCVN 8826.

9 Tình huống từ chối

9.1 Kiểm tra sự phù hợp ban đầu: phụ gia sẽ bị từ chối nếu không đáp ứng bất kỳ yêu cầu kỹ thuật nào của tiêu chuẩn này.

9.2 Kiểm tra bằng phương pháp thí nghiệm lại (có giới hạn): người mua được phép từ chối nếu phụ gia không đáp ứng được các yêu cầu về độ đồng nhất trong TCVN 8826 và các yêu cầu trong Bảng 1 của tiêu chuẩn này.

9.3 Phụ gia (đã được thử nghiệm) được bảo quản tại nơi sản xuất hoặc ở đại lý bán hàng quá 6 tháng phải thử nghiệm lại trước khi sử dụng, nếu bên mua yêu cầu. Nếu kết quả thử nghiệm lại không thỏa mãn bất kỳ yêu cầu nào của tiêu chuẩn này thì phụ gia đó sẽ bị từ chối.

9.4 Kiểm tra bao bì: người mua được quyền từ chối toàn bộ lô hàng nếu bao bì vi phạm một trong hai điều sau:

a) Khối lượng (hoặc thể tích) bao gói (hoặc thùng chứa) thay đổi lớn hơn 5 % so với khối lượng (hoặc thể tích) quy định được ghi trên nhãn;

b) Khối lượng (hoặc thể tích) trung bình của 50 bao gói (hoặc thùng chứa) khi lấy kiểm tra một cách ngẫu nhiên nhỏ hơn khối lượng (hoặc thể tích) được ghi trên nhãn.

9.5 Khi phụ gia được sử dụng cho bê tông không cuốn khí, phụ gia bị từ chối nếu bê tông chứa loại phụ gia này có hàm lượng bọt khí lớn hơn 3,5 %. Khi phụ gia được sử dụng trong bê tông cuốn khí, phụ gia bị từ chối nếu bê tông có hàm lượng bọt khí lớn hơn 7,0 %.

10 Mẫu thử

10.1 Hai loại bê tông được sử dụng để chế tạo mẫu thử: mẫu bê tông đối chứng không sử dụng phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua và mẫu bê tông thử nghiệm sử dụng phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua. Không sử dụng loại xi măng gây ra hàm lượng bọt khí lớn hơn 3,0 % trong bê tông đối chứng.

10.2 Chế tạo mẫu thử để xác định cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn, độ thay đổi chiều dài theo TCVN 8826 và mẫu thử xác định độ bền băng giá theo Phụ lục A của TCVN 12300. Chuẩn bị ba mẻ riêng biệt của từng hỗn hợp bê tông theo TCVN 8826 và báo cáo kết quả thử nghiệm trung bình của từng mẻ trộn.

10.3 Khi xác định khả năng ăn mòn theo TCVN 13862:2023, chế tạo mẫu thử cho thử nghiệm ăn mòn và phân tích ion clorua từ một mẻ trộn riêng của từng hỗn hợp bê tông. Đối với từng hỗn hợp bê tông, chế tạo ít nhất ba dầm cốt thép và ba dầm không cốt thép theo TCVN 13862:2023 (Chú thích 3). Thanh cốt thép là thép thanh vằn có đường kính danh nghĩa 12 mm theo TCVN 1651-2 và được bao phủ bởi lớp bê tông có chiều sâu (25 ± 3) mm. Tất cả các dầm đều được xử lý theo chu kỳ như mô tả trong TCVN 13862:2023.

CHÚ THÍCH 2 – Những điều kiện được tiêu chuẩn hóa trong các thí nghiệm này nhằm đảm bảo kết quả thí nghiệm trong phòng thí nghiệm có độ chính xác cao, vì vậy không mô phỏng theo các điều kiện thực tế ở hiện trường.

CHÚ THÍCH 3 – Dầm cốt thép được sử dụng để xác định dòng điện macrocell ăn mòn như là một hàm của thời gian, và dầm không cốt thép được sử dụng để xác định hàm lượng ion clorua tại các thời điểm cụ thể.

11 Chuẩn bị mẫu thử

11.1 Thành phần của các hỗn hợp bê tông phù hợp với các yêu cầu được mô tả từ 11.1.1 đến 11.1.5. Trừ khi có những quy định khác, lượng nước trộn ban đầu được đổ vào máy trộn sẽ bao gồm cả phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua.

11.1.1 Tỷ lệ nước trên xi măng là (0,50 ± 0,01) và hàm lượng xi măng phải nằm trong khoảng 325 kg/m^3 đến 385 kg/m^3 bê tông. Hỗn hợp bê tông thử nghiệm và đối chứng phải có hàm lượng nước và xi măng tương đương nhau, với độ sai lệch cho phép trong khoảng 1 % khối lượng.

11.1.2 Xi măng phải phù hợp với loại xi măng bền sulfat trung bình theo TCVN 6067.

CHÚ THÍCH 4 – Xi măng bền sulfat trung bình được sử dụng để giới hạn hàm lượng tricalcim aluminate (C_3A) và không dùng làm hướng dẫn thiết kế cho các dự án cụ thể nào.

11.1.3 Cốt liệu lớn phải phù hợp với Phụ lục B với kích thước danh nghĩa lớn nhất là 10 mm hoặc 20 mm. Đối với hỗn hợp thử đầu, nên tham khảo Phụ lục B để được hướng dẫn về lượng cốt liệu lớn sử dụng dựa trên mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ.

CHÚ THÍCH 5 – Bảng giá trị của hàm lượng cốt liệu được đưa ra trong Phụ lục B nhằm đảm bảo khả năng làm việc của hỗn hợp khi sử dụng những cốt liệu ít có lợi nhất. Do đó, đề xuất để có tỷ lệ gần đúng hơn yêu cầu, thể tích của cốt liệu lớn (trong điều kiện khô) trên một đơn vị thể tích bê tông được chọn từ Phụ lục B được tăng lên khoảng 0,07 đối với hỗn hợp thử đầu.

11.1.4 Hàm lượng bọt khí trong hỗn hợp bê tông được xác định theo TCVN 3111. Đối với bê tông cuốn khí, hàm lượng bọt khí phải là (6 ± 1) %, đối với bê tông không cuốn khí, hàm lượng bọt khí phải nhỏ hơn 3,5 %.

11.1.5 Độ sụt không nhỏ hơn 75 mm và không lớn hơn 200 mm được xác định theo TCVN 3106. Cho phép sử dụng phụ gia giảm nước để đạt được độ sụt cần thiết, nhưng phải sử dụng cùng một hàm lượng cho mẫu bê tông đối chứng và mẫu bê tông thử nghiệm.

11.2 Chuẩn bị hỗn hợp bê tông có và không có phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua với thể tích đủ để chế tạo số lượng mẫu cần thiết cho các thử nghiệm trong Bảng 1 và thử nghiệm ăn mòn.

CHÚ THÍCH 6 – Lượng bê tông cần thiết cho mỗi mẻ phụ thuộc vào số lượng mẫu thử phải đúc. Nên đúc số lượng mẫu thử nhiều hơn số lượng mẫu thử tối thiểu cần thiết phòng trường hợp một số mẫu bị lỗi. Thể tích bê tông tối thiểu để chế tạo mẫu thử nén (150×150×150) mm, mẫu thử độ bền băng giá (75×100×400) mm, dầm thử uốn (100×100×400) mm và mẫu xác định thay đổi chiều dài (100×100×400) mm là 0,098 m^3. Thường sử dụng thể tích bê tông bằng hai lần để chế tạo thêm các mẫu thử. Thử nghiệm ăn mòn sử dụng tối thiểu ba dầm cốt thép và ba dầm không cốt thép, cần khoảng 0,029 m^3. Nên bổ sung thêm dầm không cốt thép để phân tích ion clorua phòng trường hợp mẫu thử bị lỗi và thêm dầm cốt thép để đảm bảo các tiêu chí trong Điều 14.6.3 được đáp ứng khi kết thúc thử nghiệm. Khi đúc thêm mỗi dầm, cần bổ sung thêm khoảng 0,005 m^3 bê tông.

11.3 Hàm lượng phụ gia, sử dụng hàm lượng phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua theo khuyến cáo của nhà sản xuất.

11.4 Chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử, mẫu thử dùng để xác định cường độ và độ thay đổi chiều dài được chế tạo và bảo dưỡng theo TCVN 8826, mẫu thử dùng xác định độ bền băng giá dưới tác động đóng băng và tan băng nhanh được chế tạo và bảo dưỡng theo Phụ lục A của TCVN 12300. Mẫu thử cho thử nghiệm ăn mòn và xác định hàm lượng ion clorua được chế tạo và bảo dưỡng theo TCVN 13862:2023.

12 Thử nghiệm các tính chất của hỗn hợp bê tông

12.1 Xác định độ sụt

Theo TCVN 3106.

12.2 Hàm lượng bọt khí

Theo TCVN 3111.

12.3 Thời gian đông kết

Theo TCVN 9338.

13 Thử nghiệm các tính chất của bê tông đã đóng rắn

13.1 Xác định cường độ chịu nén

Theo TCVN 3118.

Xác định cường độ chịu nén ở các tuổi 3 ngày, 7 ngày, 28 ngày, 6 tháng và 1 năm. Để tính phần trăm so với mẫu đối chứng, đối với mỗi tuổi thử nghiệm, chia cường độ chịu nén trung bình của mẫu bê tông thử nghiệm cho cường độ chịu nén trung bình của mẫu bê tông đối chứng rồi nhân với 100.

13.2 Xác định cường độ chịu uốn

Theo TCVN 3119.

Xác định cường độ chịu uốn ở các tuổi 3 ngày, 7 ngày và 28 ngày. Để tính phần trăm so với mẫu đối chứng, đối với mỗi tuổi thử nghiệm, chia cường độ chịu uốn trung bình của mẫu bê tông thử nghiệm cho cường độ chịu uốn trung bình của mẫu bê tông đối chứng rồi nhân với 100.

13.3 Xác định độ bền băng giá của bê tông dưới tác động đóng băng và tan băng nhanh

Xác định độ bền băng giá của bê tông dưới tác động đóng băng và tan băng nhanh, tính hệ số độ bền băng giá tương đối theo Phụ lục A của TCVN 12300.

13.4 Xác định độ thay đổi chiều dài

Theo TCVN 8826.

14 Thử nghiệm độ ăn mòn theo TCVN 13862:2023

14.1 Nguyên tắc chung

Xác định độ ăn mòn của dầm đối chứng và dầm thử theo TCVN 13862:2023, ngoại trừ chú thích trong tiêu chuẩn này. Xử lý các dầm cốt thép và dầm không cốt thép theo cùng một quy trình thẩm thấu và làm khô như được mô tả trong theo TCVN 13862:2023. Tiến hành xác định hàm lượng ion clorua khi dòng điện tích macrocell trung bình trong dầm đối chứng đạt 50 C và 150 C. Quá trình thử nghiệm kết thúc khi thỏa mãn các điều kiện được nêu cụ thể trong 3.2.

CHÚ THÍCH 7 – Phụ lục A cung cấp sơ đồ để giải thích thêm về quy trình thử nghiệm ăn mòn. Sơ đồ viện dẫn đến các điều tương ứng trong tiêu chuẩn này.

14.2 Thử nghiệm tại t_{50}, xác định dòng điện tích macrocell trong các dầm cốt thép theo TCVN 13862:2023. Khi dòng điện tích macrocell trung bình của dầm đối chứng cốt thép đạt 50 C, xác định hàm lượng ion clorua trung bình của dầm đối chứng không cốt thép theo 14.2.1 và 14.2.2.

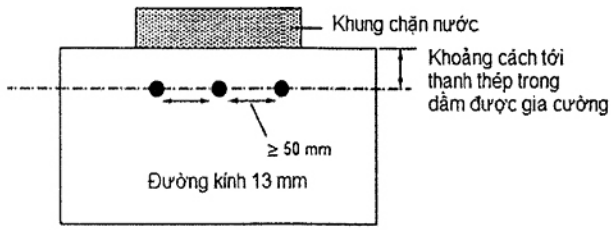
14.2.1 Lấy mẫu bột để phân tích hàm lượng ion clorua bằng cách khoan vào các mặt bên của ba dầm đối chứng không cốt thép tại vị trí ngang bằng với vị trí của thanh cốt thép trong dầm cốt thép. Đối với mỗi dầm, khoan lấy mẫu bột tại ba vị trí ngay bên dưới khung chặn nước bằng nhựa (Hình 1 (a)). Sử dụng mũi khoan có đường kính 13 mm và định vị tâm của mỗi lỗ sao cho có cùng khoảng cách tới tâm của thanh cốt thép trong dầm cốt thép. Loại bỏ phần bột từ phía ngoài đến vị trí (25 ± 3) mm, làm sạch bột khỏi mũi khoan và thu thập ít nhất 10 g mẫu bột từ mỗi vị trí khoan. Dừng quá trình thẩm thấu dung dịch muối đối với dầm đối chứng không cốt thép sau khi đã lấy mẫu thử để xác định hàm lượng ion clorua.

14.2.2 Xác định hàm lượng ion clorua hòa tan trong axit của mỗi mẫu bột theo TCVN 7572-15. Tính giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của chín số đo hàm lượng ion clorua. Hàm lượng ion clorua tới hạn được tính bằng bằng hàm lượng ion clorua trung bình cộng với độ lệch chuẩn của chín số đo.

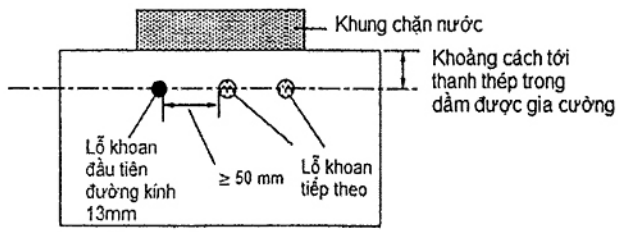
14.3 Thử nghiệm tại t_{150}, tiếp tục chu kỳ thẩm thấu và làm khô, đo dòng điện tích macrocell theo TCVN 13862:2023. Khi dòng điện tích macrocell trung bình của dầm đối chứng cốt thép đạt 150 C, xác định hàm lượng ion clorua trung bình của dầm thử không cốt thép theo 14.3.1 và 14.3.2.

14.3.1 Tiến hành lấy 10 g mẫu bột từ mỗi dầm trong số ba dầm thử không cốt thép theo 14.2.1. Trên mỗi dầm, lấy mẫu bột tại vị trí phía dưới khung chặn nước và gần một đầu (xem Hình 1 (b)). Nếu tiếp tục chu kỳ thẩm thấu và làm khô theo 14.5, bít kín các vị trí đã lấy mẫu bằng keo epoxy Loại 3, Cấp I, Hạng C trong TCVN 7951. Đảm bảo bề mặt xung quanh các lỗ được bịt kín.

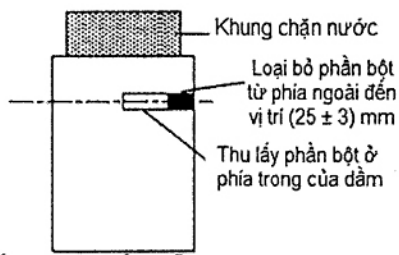
14.3.2 Xác định hàm lượng ion clorua hòa tan trong axit của mỗi mẫu bột theo TCVN 7572-15. Tính hàm lượng ion clorua trung bình của ba mẫu từ các dầm thử.



a – Lấy mẫu từ dầm đối chứng tại t_{50}



b – Lấy mẫu từ dầm thử tại t_{150} hoặc sau đó



c – Mặt cắt tại vị trí lấy mẫu

Hình 1 – Lấy mẫu để xác định hàm lượng ion clorua của dầm không cốt thép

14.4 Kết thúc thử nghiệm, khi hàm lượng ion clorua trung bình của dầm thử ở t_{150} lớn hơn hàm lượng ion clorua tới hạn. Tiến hành thử nghiệm phá hủy các dầm đối chứng và dầm thử như mô tả trong 14.6.

14.5 Thử nghiệm bổ sung, nếu hàm lượng ion clorua trung bình của dầm thử ở t_{150} nhỏ hơn hàm lượng ion clorua tới hạn và dòng điện tích macrocell trung bình của dầm thử nhỏ hơn 50 C, tiếp tục thử nghiệm

ăn mòn theo TCVN 13862:2023 với số chu kỳ bổ sung được xác định trong 14.5.1. Nếu dòng điện tích macrocell trung bình của các dầm thử ở t_{150} lớn hơn 50 C, phụ gia không phù hợp với tiêu chuẩn này.

14.5.1 Dựa trên hàm lượng ion clorua trung bình của dầm thử được xác định ở t_{150} và giả định hàm lượng ion clorua bằng không khi bắt đầu thử nghiệm, ước tính số lượng chu kỳ thử nghiệm bổ sung cần thiết để hàm lượng ion clorua trung bình bằng hoặc lớn hơn hàm lượng ion clorua tới hạn. Sử dụng phép ngoại suy tuyến tính để ước tính. Nếu thời gian ước tính lớn hơn 12 chu kỳ thấm thấu và làm khô, lấy mẫu bột theo 14.5.2 sau thời gian thử nghiệm 12 chu kỳ bổ sung. Nếu một hoặc nhiều dầm đối chứng bị nứt trước khi hoàn thành các chu kỳ bổ sung thì ngừng thử nghiệm, lấy mẫu bột từ các dầm thử không cốt thép theo 14.5.2 và thực hiện kiểm tra phá hủy dầm đối chứng và dầm thử như mô tả trong 14.6.

14.5.2 Sau khi hoàn thành các chu kỳ bổ sung, xác định hàm lượng ion clorua trong các dầm thử bằng cách lấy mẫu bột từ một lỗ khoan ở mỗi dầm thử không cốt thép như mô tả trong 14.2.1. Định vị tâm của lỗ mới trong mỗi dầm tại vị trí nằm dưới khung nhựa chặn nước nhưng không gần hơn 50 mm so với lỗ đã khoan trước đó (xem Hình 1 (b)). Nếu yêu cầu bổ sung chu kỳ thấm thấu và làm khô theo 14.5.6, bịt kín các lỗ khoan bằng epoxy và đảm bảo rằng các bề mặt xung quanh các lỗ được bịt kín.

14.5.3 Xác định hàm lượng ion clorua hòa tan trong axit của mỗi mẫu bột theo TCVN 7572-15. Tính hàm lượng ion clorua trung bình của ba mẫu từ dầm thử.

14.5.4 Nếu hàm lượng ion clorua trung bình tính được trong 14.5.3 bằng hoặc lớn hơn hàm lượng ion clorua tới hạn thì kết thúc thử nghiệm. Thực hiện đánh giá phá hủy các dầm đối chứng và dầm thử theo 14.6.

14.5.5 Nếu hàm lượng ion clorua trung bình nhỏ hơn hàm lượng ion clorua tới hạn và dầm đối chứng không bị nứt, ước lượng thời gian cần thiết để đạt được hàm lượng ion clorua tới hạn. Lặp lại quy trình bắt đầu từ 14.5.2 cho đến khi hàm lượng ion clorua trung bình bằng hoặc lớn hơn hàm lượng ion clorua tới hạn, hoặc tổng thời gian thử nghiệm ăn mòn vượt quá 5 năm.

14.5.6 Nếu quá trình thử nghiệm bị dừng lại do dầm đối chứng bị nứt và hàm lượng ion clorua trung bình của dầm thử bằng hoặc lớn hơn hàm lượng ion clorua tới hạn thì thực hiện đánh giá phá hủy theo 14.6.

14.6 Thử nghiệm phá hủy, cắt từng dầm cốt thép theo chiều dọc ở hai phía trên và dưới của thanh cốt thép bên trên bằng cách sử dụng cưa bê tông có lưỡi cắt phủ kim cương được làm mát bằng nước. Cẩn thận để không cắt vào thanh cốt thép. Phá vỡ dầm thử thành hai phần và thu hồi thanh cốt thép bên trên. Tránh làm ướt thanh cốt thép trong quá trình thu hồi. Nếu thanh cốt thép bị ướt, làm khô ngay lập tức và bảo quản trong môi trường có độ ẩm tương đối dưới 50 % cho đến khi kiểm tra theo 14.6.2.

14.6.1 Thực hiện thêm các vết cắt và thu hồi các thanh cốt thép bên dưới từ các dầm. Nếu thanh cốt thép bị ướt, làm khô ngay lập tức và bảo quản trong môi trường có độ ẩm tương đối dưới 50% cho đến khi kiểm tra theo 14.6.2.

14.6.2 Kiểm tra bằng mắt các thanh cốt thép, chụp ảnh và ước tính phần trăm diện tích bị ăn mòn trên mỗi thanh theo TCVN 13862:2023.

14.6.3 Nếu diện tích bị ăn mòn trên các thanh cốt thép bên dưới từ bất kỳ dầm thử nào lớn hơn 1 % diện tích tiếp xúc, thì kết quả thử nghiệm từ dầm đó không hợp lệ. Thay thế kết quả của một dầm dự phòng hợp lệ nếu có.

CHÚ THÍCH 8 – Sự ăn mòn của thanh cốt thép phía dưới có thể xảy ra trong các trường hợp như: khi có tác nhân xâm thực trong bê tông; lớp phủ bên ngoài không bịt kín xung quanh các thanh cốt thép phía dưới; hoặc phía dưới của mẫu thử bị nứt.

14.7 Đánh giá kết quả, sau khi kết thúc thử nghiệm, đánh giá xem bê tông thử nghiệm có đáp ứng các tiêu chí về tính năng hay không.

14.7.1 Nếu dòng điện tích macrocell trung bình của các dầm thử nhỏ hơn 50 C, thì thỏa mãn tiêu chí về tính năng trong 5.2.1.

14.7.2 Tiêu chí về tính năng trong 5.2.2 được thỏa mãn nếu diện tích bị ăn mòn trung bình (tính theo phần trăm) của các thanh cốt thép bên trên lấy ra từ dầm thử nhỏ hơn một phần ba diện tích bị ăn mòn trung bình (tính theo phần trăm) của dầm đối chứng.

14.7.3 Nếu sau 5 năm thử nghiệm ăn mòn, hàm lượng ion clorua trong các dầm thử nhỏ hơn hàm lượng clorua tới hạn, thì phụ gia đó không phải là phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua theo tiêu chuẩn này.

14.7.4 Nếu một hoặc nhiều dầm đối chứng bị nứt và hàm lượng ion clorua trung bình của các dầm thử nhỏ hơn hàm lượng ion clorua tới hạn, thì phụ gia đó không phải là phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua theo tiêu chuẩn này.

15 Thử nghiệm độ ăn mòn theo ASTM G180

Sử dụng NaCl 0,5 M trong thử nghiệm độ ăn mòn của 4 mẫu đối chứng và 4 mẫu có phụ gia ức chế ăn mòn theo ASTM G180.

16 Báo cáo thử nghiệm

16.1 Báo cáo thử nghiệm cho từng hỗn hợp, bao gồm những thông tin sau:

16.1.1 Thành phần hỗn hợp, hàm lượng xi măng, tỷ lệ nước so với xi măng, hàm lượng phụ gia, độ sụt và hàm lượng bọt khí.

16.1.2 Giá trị trung bình của các kết quả thử nghiệm các chỉ tiêu nêu tại Bảng 1.

16.2 Báo cáo thử nghiệm độ ăn mòn theo TCVN 13862:2023, bao gồm những thông tin sau:

16.2.1 Dữ liệu về tính chất ăn mòn bao gồm các giá trị dòng điện macrocell riêng lẻ của tất cả các dầm được được mô tả trong TCVN 13862:2023.

16.2.2 Thời gian tính theo tuần kể từ khi bắt đầu chu kỳ thẩm thấu và làm khô để các dầm đối chứng đạt được dòng điện tích macrocell là 50 C và 150 C (tương ứng là t_{50} và t_{150}) và tổng thời gian khi kết thúc thử nghiệm, nếu lâu hơn t_{150}.

16.2.3 Dòng điện tích macrocell trung bình của dầm đối chứng và dầm thử cốt thép khi kết thúc thử nghiệm được tính toán theo TCVN 13862:2023.

16.2.4 Phần trăm diện tích bị ăn mòn của tất cả các thanh cốt thép, và bao gồm ảnh chụp của các thanh cốt thép được lấy ra khỏi dầm.

16.2.5 Diện tích bị ăn mòn trung bình (tính theo phần trăm) đối với dầm đối chứng và dầm thử.

16.2.6 Giá trị hàm lượng ion clorua hòa tan trong axit, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn được tính toán từ các dầm đối chứng không cốt thép được lấy mẫu tại t_{50}.

16.2.7 Giá trị hàm lượng ion clorua hòa tan trong axit và giá trị trung bình được tính toán từ các dầm thử không cốt thép tại t_{150}, thời điểm lấy mẫu trung gian và kết thúc thử nghiệm.

16.3 Báo cáo thử nghiệm độ ăn mòn theo ASTM G180, bao gồm những thông tin sau:

16.3.1 Hàm lượng phụ gia ức chế ăn mòn, tính bằng mL/L.

16.3.2 Giá trị 1/Rp trung bình và độ lệch chuẩn của mẫu đối chứng và mẫu chứa phụ gia ức chế ăn mòn.

Phụ lục A

(tham khảo)

Quy trình thử nghiệm đánh giá phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua

A.1 Nguyên tắc chung

A.1.1 Quy trình thử nghiệm đánh giá phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua rất phức tạp. Phụ lục này cung cấp thông tin bổ sung để giải thích quá trình.

A.1.2 Khi bê tông cốt thép tiếp xúc với các ion clorua, cốt thép dễ bị ăn mòn nếu hàm lượng ion clorua vượt quá một giá trị giới hạn. Đối với cùng một sự tiếp xúc, sự bắt đầu của quá trình ăn mòn có thể được làm chậm lại bằng cách hạn chế sự xâm nhập của các ion clorua hoặc bằng cách thay đổi các phản ứng điện hóa trên bề mặt thanh cốt thép để quá trình ăn mòn chỉ bắt đầu tại hàm lượng clorua cao hơn. Sự thay đổi các phản ứng điện hóa trên bề mặt thanh cốt thép là cơ sở của phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua được đề cập đến trong tiêu chuẩn này. Một phụ gia chỉ hạn chế sự xâm nhập của ion clorua dưới các điều kiện thử nghiệm nhất định không được phân loại là phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua.

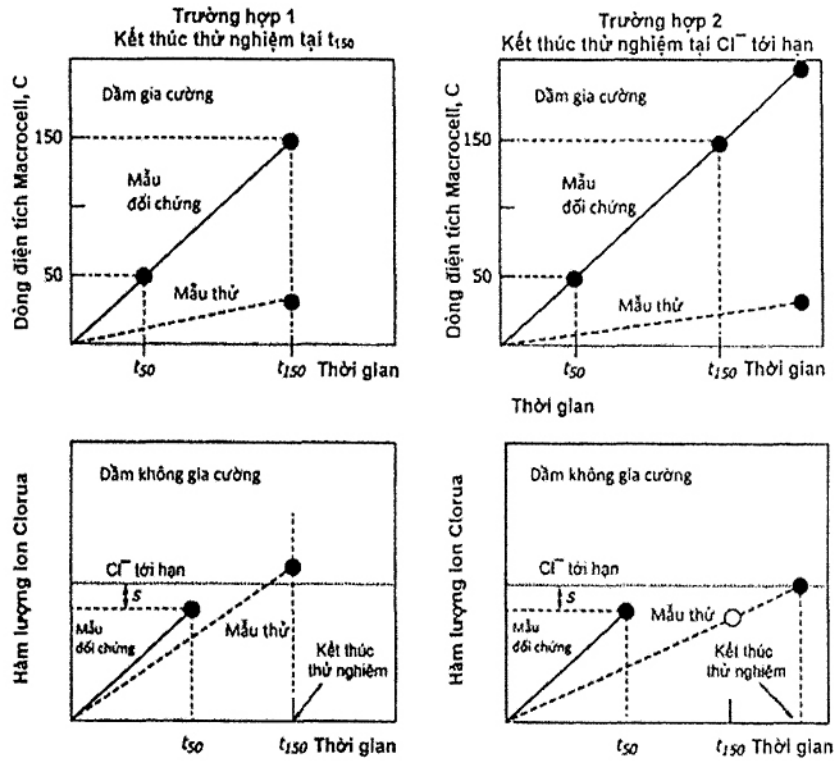
A.1.3 Tính năng của phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua được đánh giá theo TCVN 13862:2023. Các dầm được chế tạo với một thanh cốt thép bên trên và hai thanh cốt thép bên dưới. Thanh cốt thép bên trên được kết nối với những thanh bên dưới bằng mạch bên ngoài. Dưới điều kiện thử nghiệm, dòng điện macrocell ăn mòn được tạo ra trong đó thanh bên trên (cực dương) bị ăn mòn. Tỷ lệ ăn mòn được đánh giá bằng cách xác định dòng điện macrocell giữa thanh cốt thép bên trên và những thanh cốt thép bên dưới. Sự ăn mòn được tạo ra khi các dầm được xử lý theo chu kỳ gồm các quá trình thẩm thấu dung dịch muối và làm khô trong không khí. Dòng ăn mòn được xác định giữa các chu kỳ thẩm thấu. Từ dữ liệu của dòng ăn mòn theo thời gian, tổng điện tích được tính toán (dòng điện tích macrocell), và đại lượng này (được đo bằng coulombs) là dấu hiệu của sự ăn mòn đã xảy ra từ khi bắt đầu chu kỳ thẩm thấu và làm khô tuần hoàn.

A.1.4 Tính năng ăn mòn của bê tông thử nghiệm có chứa phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua được so sánh với bê tông đối chứng. Hai hỗn hợp tương tự nhau về mọi mặt, ngoại trừ sự có mặt của phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua. Đối với mỗi hỗn hợp, hai loại dầm được sử dụng: một loại là dầm cốt thép được chế tạo theo quy định trong TCVN 13862:2023 và loại còn lại là dầm không cốt thép. Dầm cốt thép được sử dụng để đánh giá hoạt động ăn mòn và dầm không cốt thép được sử dụng để đánh giá hàm lượng ion clorua tại vị trí tương ứng với thanh cốt thép bên trên. Cả hai loại dầm đều được xử lý qua cùng quy trình thẩm thấu và làm khô. Mỗi phép đo sử dụng tối thiểu ba dầm của mỗi loại, tuy nhiên nên chế tạo nhiều dầm hơn phòng trường hợp mẫu thử bị loại bỏ. Việc đánh giá có thể tốn nhiều thời gian và chi phí. Do đó, nên có các mẫu dự phòng thay vì phải lặp lại toàn bộ quá trình.

A.2 Kết thúc thử nghiệm

A.2.1 Tiến hành xác định dòng ăn mòn theo TCVN 13862:2023 cho tới khi dòng điện tích macrocell trung bình trong dầm đối chứng cốt thép đạt 50 C. Thời gian này được gọi là t_{50}, và tại thời điểm này, hàm lượng ion clorua được xác định trong dầm đối chứng không cốt thép. Mẫu bột thu được từ lỗ khoan từ mặt bên của dầm đối chứng không cốt thép tại vị trí tương ứng với độ sâu của thanh cốt thép trong dầm thử. Xác định hàm lượng ion clorua tan trong axit của ba mẫu bột từ mỗi dầm theo TCVN 7572-15. Tính giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của chín số đo ion clorua. Độ lệch chuẩn của những số đo này được sử dụng để thiết lập hàm lượng ion clorua tới hạn trong dầm thử (xem định nghĩa trong 3.2).

A.2.2 Chu kỳ thẩm thấu và làm khô được tiếp tục cho tới khi dòng điện tích macrocell trung bình trong dầm đối chứng đạt 150 C, thời gian này được gọi là t_{150}. Tại thời điểm t_{150}, xác định hàm lượng ion clorua và dòng điện tích macrocell trung bình của dầm thử. Một mẫu bột được lấy ra từ mỗi dầm. Hàm lượng ion clora trung bình của dầm thử không cốt thép xác định liệu thử nghiệm ăn mòn đã kết thúc được hay chưa. Nếu hàm lượng ion clorua trung bình trong những dầm thử vượt quá hàm lượng ion clora tới hạn, thử nghiệm được kết thúc và tính năng ăn mòn của bê tông thử nghiệm được đánh giá. Tình huống này được chỉ ra trong Trường hợp 1 tại phía bên trái của hình A.1. Đồ thị phía trên là biểu đồ của dòng điện tích macrocell theo thời gian và đồ thị phía dưới là biểu đồ của hàm lượng ion clorua. Đồ thị ở phía dưới cùng cho thấy tại thời điểm t_{150}, hàm lượng ion clorua trong dầm thử vượt quá giá trị tới hạn.



Hình A.1 – Sơ đồ minh họa kết thúc thử nghiệm ăn mòn và yêu cầu của dòng điện tích macrocell

A.2.3 Nếu tại thời điểm t_{150}, hàm lượng ion clorua trung bình trong dầm thử nhỏ hơn giá trị tới hạn, tiếp tục chu kỳ thẩm thấu và làm khô tuần hoàn cho tới khi hàm lượng ion clorua vượt quá giá trị tới hạn. Điều kiện này được chỉ ra trong Trường hợp 2 ở phía bên phải của Hình A.1. Khi hàm lượng ion clorua trong dầm thử không cốt thép vượt quá giá trị tới hạn, tính năng ăn mòn của bê tông thử nghiệm được đánh giá. Nếu bất kỳ dầm đối chứng nào bị nứt, thử nghiệm được dừng lại và hàm lượng ion clorua của dầm thử được đánh giá. Nếu hàm lượng ion clorua nhỏ hơn giá trị tới hạn, phụ gia không được phân loại là phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua. Ngoài ra, sau 5 năm thử nghiệm ăn mòn, nếu hàm lượng ion clorua của dầm thử nhỏ hơn giá trị tới hạn, phụ gia không được phân loại là phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua.

A.3 Tiêu chí ức chế ăn mòn do tác nhân clorua

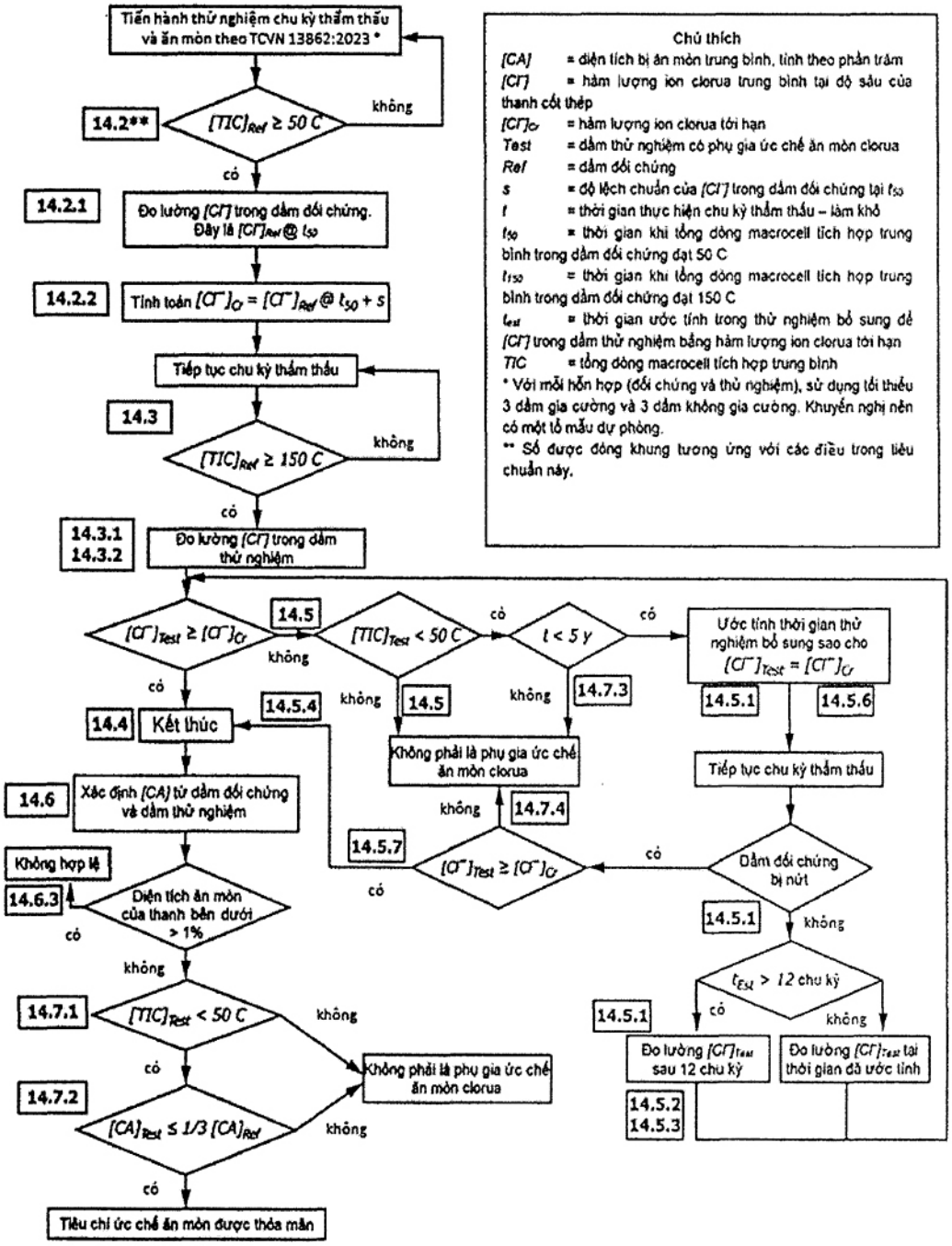
A.3.1 Khi kết thúc thử nghiệm, hàm lượng ion clorua trung bình của dầm thử phải bằng hoặc lớn hơn giá trị tới hạn. Dòng điện tích macrocell của dầm thử được tính toán và diện tích ăn mòn của thanh thép phía trên được so sánh với mẫu đối chứng. Để đáp ứng đặc điểm kỹ thuật này, hai điều kiện phải được thỏa mãn:

A.3.1.1 Dòng điện tích macrocell của dầm thử phải nhỏ hơn hoặc bằng 50 C;

A.3.1.2 Diện tích bị ăn mòn trung bình (tính theo phần trăm) của thanh cốt thép bên trên phải nhỏ hơn một phần ba diện tích bị ăn mòn trung bình (tính theo phần trăm) trong dầm đối chứng.

A.4 Sơ đồ

A.4.1 Hình A.2 là sơ đồ tóm tắt quy trình thử nghiệm ăn mòn được sử dụng để đánh giá phụ gia ức chế ăn mòn do tác nhân clorua.



Hình A.2 – Sơ đồ quy trình thử nghiệm ăn mòn

Phụ lục B

(Quy định)

Lựa chọn thành phần cốt liệu cho hỗn hợp bê tông thử nghiệm

B.1 Nguyên tắc chung

Thành phần cốt liệu cho hỗn hợp bê tông thử nghiệm được tính toán dựa trên các điều kiện cho trước của thử nghiệm như: độ sụt, hàm lượng bọt khí, kích thước lớn nhất của cốt liệu lớn, hàm lượng xi măng và hàm lượng nước trong hỗn hợp bê tông.

B.2. Thông số kỹ thuật của hỗn hợp bê tông thử nghiệm

B.2.1 Xi măng phải là loại xi măng bền sunfat trung bình phù hợp theo TCVN 6067. Hàm lượng xi măng từ 325 kg/m^3 đến 385 kg/m^3 bê tông. Tỷ lệ nước/xi măng là 0,5 ± 0,01.

B.2.2 Cốt liệu lớn có kích thước hạt lớn nhất là 10 mm hoặc 20 mm phù hợp với TCVN 7570. Khối lượng thể tích ở trạng thái lèn chặt của cốt liệu lớn được xác định theo TCVN 7572-6.

B.2.3 Lựa chọn thể tích ở trạng thái lèn chặt của cốt liệu lớn theo mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ theo theo Bảng B.1:

Bảng B.1 – Thể tích ở trạng thái lèn chặt của cốt liệu lớn trên mỗi đơn vị thể tích bê tông

Kích thước danh nghĩa lớn nhất của cốt liệu lớn, mm	Thể tích ở trạng thái lèn chặt của cốt liệu lớn trên mỗi đơn vị thể tích bê tông theo mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ (m^3)			
	2,40	2,60	2,80	3,00
10	0,50	0,48	0,46	0,44
20	0,66	0,64	0,62	0,60

Mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ được xác định theo TCVN 7572-2.

B.2.4 Ước tính ban đầu về khối lượng bê tông tươi có độ sụt từ (75 ÷ 100) mm theo bảng B.2:

Bảng B.2 – Ước tính khối lượng hỗn hợp bê tông

Kích thước hạt cốt liệu lớn nhất của cốt liệu lớn, mm	Ước tính về khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông, kg/m^3	
	Bê tông không cuốn khí	Bê tông cuốn khí
10	2280	2200
20	2345	2275

B.2.5 Tính toán hàm lượng cốt liệu lớn trong hỗn hợp bê tông thử nghiệm

Hàm lượng cốt liệu lớn được tính toán dựa trên các thông số cho trước như: bê tông cuốn khí hay bê tông không cuốn khí, độ sụt, hàm lượng xi măng, tỷ lệ nước trên xi măng, mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ, khối lượng thể tích ở trạng thái lèn chặt của cốt liệu lớn. Từ thông số mô đun độ lớn của cốt liệu

nhỏ sẽ lựa chọn được giá trị thể tích ở trạng thái lèn chặt và tính toán được khối lượng cốt liệu lớn, từ giá trị ước tính ban đầu của khối lượng hỗn hợp bê tông sẽ tính toán được khối lượng cốt liệu nhỏ.

Ví dụ: TCVN 13862:2023 khi thử nghiệm liên phòng sử dụng cấp phối bê tông có chứa hàm lượng xi măng (355 ± 3) kg/m^3, tỷ lệ nước trên xi măng (0,50 ± 0,01) (trong trường hợp cốt liệu bão hòa nước, khô bề mặt) và hàm lượng bọt khí (6 ± 1) % (bê tông cuốn khí). Với kích thước hạt cốt liệu lớn nhất của cốt liệu lớn là 10 mm thì khối lượng bê tông ước tính là 2200 kg/m^3 (Bảng B.2).

Giả sử trong trường hợp cốt liệu nhỏ sử dụng để chế tạo hỗn hợp bê tông có mô đun độ lớn đã được xác định là 2,60 thì thể tích ở trạng thái lèn chặt của cốt liệu lớn tương ứng sẽ là 0,48 m^3 (Bảng B.1). Khối lượng thể tích ở trạng thái lèn chặt của cốt liệu lớn 10 mm trong trường hợp này giả sử đã được xác định là 1600 kg/m^3. Như vậy các thông số thành phần của hỗn hợp bê tông như sau:

Khối lượng xi măng: 356 kg/m^3

Khối lượng nước: 356 x 0,5 = 178 kg/m^3

Khối lượng cốt liệu lớn: 0,48 x 1600 = 768 kg/m^3

Tổng khối lượng xi măng, nước và cốt liệu lớn: 1302 kg/m^3

Khối lượng cốt liệu nhỏ ước tính: 2200 – 1302 = 898 kg/m^3

Thông số thành phần chế tạo bê tông thử nghiệm sẽ là:

Xi măng: 356 kg/m^3

Nước: 178 kg/m^3

Cốt liệu lớn có kích thước hạt cốt liệu lớn nhất 10 mm : 768 kg/m^3

Cốt liệu nhỏ mô đun độ lớn 2,60 : 898 kg/m^3

Thư mục tài liệu tham khảo

[1] ASTM C39/C39M, *Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*

[2] C78/C78M, *Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)*

[3] ASTM C125, *Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates*

[4] ASTM C143/C143M, *Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete*

[5] ASTM C150/C150M, *Specification for Portland CementC157/C157M Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete*

[6] ASTM C157/C157M, *Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete*

[7] ASTM C231/C231M, *Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method*

[8] ASTM C260/C260M, *Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete*

[9] ASTM C403/C403M, *Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance*

[10] ASTM C494/C494M, *Specification for Chemical Admixtures for Concrete*

[11] ASTM C666/C666M, *Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing*

[12] ASTM C1152/C1152M, *Test Method for Acid-Soluble Chloride in Mortar and Concrete*

[13] ASTM G109, *Test Method for Determining Effects of Chemical Admixtures on Corrosion of Embedded Steel Reinforcement in Concrete Exposed to Chloride Environments*

[14] ASTM G180, *Test Method for Corrosion Inhibiting Admixtures for Steel in Concrete by Polarization Resistance in Cementitious Slurries*

[15] ACI 211.1, *Practice for Selecting Proportions of Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*