

# MỘT SỐ KINH NGHIỆM THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG SỬA CHỮA KẾT CẤU CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG CỐT THÉP BỊ HƯ HỎNG DO TÁC ĐỘNG ĂN MÒN CỦA MÔI TRƯỜNG BIỂN VIỆT NAM

## SOME EXPERIENCE ON DESIGNING AND REPAIRING FAILED REINFORCED CONCRETE STRUCTURES CAUSED BY CORROSION OF VIETNAM'S MARINE ENVIRONMENT

TS. Phạm Văn Khoan  
ThS. Nguyễn Nam Thắng  
KS. Nguyễn Đăng Khoa  
KS. Trần Nam  
Viện KHCN Xây dựng-Bộ Xây dựng

***ABSTRACT:** Corrosion situation causing failure in reinforced concrete structures in marine areas in Vietnam has become very serious. Corrosion of reinforced steel damaging reinforced concrete structures is a widespread problem. Now, there is a few constructions in coastal atmosphere (1 to 30 km from water edge) with 50 to 60 durability, most of the others in upper marine and estuary near marine, in the land atmosphere areas (0 to 1 km from water edge) are corroded and damaged after from 15 to 20 years. On average, the structures durability in the above mentioned areas is from 40 to 50 percent of designing requirements. Suffering due to corrosion is serious, cost on repairing failed constructions caused by corrosion accounts for 30 to 70 percent of prises of making new constructions. To solve corrosive resistance and protection of reinforced concrete constructions in marine areas in Vietnam, this article introduces some experience on designing and repairing failed reinforced concrete structures caused by corrosion of Vietnam's marine environment. This has been researched, developed matter and applied effective for the last few years by IBST (Vietnam Institute for Building Science and Technology)*

### 1. VẤN ĐỀ ĂN MÒN VÀ HƯ HỎNG CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG CỐT THÉP Ở VÙNG BIỂN VIỆT NAM

Kết quả nghiên cứu và khảo sát của Viện KHCN Xây dựng [1, 2, 3, 4, 8] cho thấy các công trình bê tông cốt thép (BTCT) xây dựng ở vùng biển nước ta phải gánh chịu tác động ăn mòn mạnh của môi trường biển, trong đó phổ biến và nguy hại nhất là hiện tượng xâm thực clorua gây ăn mòn và phá huỷ cốt thép trong các kết cấu BTCT.

Hiện nay, trên khắp vùng biển cả nước có hàng nghìn công trình BTCT đã được xây dựng trong khoảng thời gian từ trước năm 1990 đang bị ăn mòn và phá huỷ cốt thép nghiêm trọng. Trong số đó, có rất nhiều công trình cần phải sửa chữa lớn mới có thể tiếp tục kéo dài được tuổi thọ phục vụ. Quá trình ăn mòn cốt thép có thể bắt đầu ngay từ khi hàm lượng ion clorua xâm nhập vào miến bê tông cận cốt thép không lớn, khoảng  $0,60 \div 0,80 \text{ kg/m}^3$  bê tông. Do sản phẩm ăn mòn (giả sắt) nở thể tích  $4 \div 6$  lần sẽ gây ứng suất làm nứt bê tông bảo vệ dọc theo các thanh cốt thép bị ăn mòn, tạo điều kiện thuận lợi cho sự xâm nhập ngày càng nhanh ion clorua vào bên trong bê tông, đẩy nhanh tốc độ ăn mòn và phá huỷ cốt thép.

Bức tranh chung về ăn mòn và phá huỷ kết cấu công trình BTCT do ion clorua như sau:

- Các phần kết cấu BTCT nằm ở các vùng nước lén xuống và sóng tấp, khí quyển trên mặt nước biển và mặt nước sông gần biển, khí quyển trên bờ (cách mép nước 0 ÷ 1 km) chịu xâm thực clorua rất mạnh, với niên hạn khoảng 15 ÷ 20 năm và tuỳ thuộc vào chất lượng bê tông, vị trí làm việc của kết cấu miền bê tông cận cốt thép có thể bị xâm nhập tới  $0,94 \div 3,60$  kg Cl<sup>-</sup>/m<sup>3</sup> bê tông. Vì vậy có rất nhiều kết cấu đã bị ăn mòn và phá huỷ cốt thép rất nghiêm trọng sau khoảng 15 ÷ 20 năm sử dụng.
- Các phần kết cấu BTCT nằm ở vùng khí quyển gần bờ (từ 1 ÷ 30 km) chịu xâm thực clorua khá mạnh, với niên hạn sử dụng 20 ÷ 30 năm, miền bê tông cận cốt thép có thể tích tụ tới  $0,63 \div 1,41$  kg Cl<sup>-</sup>/m<sup>3</sup> bê tông và cốt thép cũng bị phá huỷ nặng nề sau khoảng 20 ÷ 30 năm sử dụng.
- Các phần kết cấu BTCT thường xuyên bị ngập trong nước biển mặc dù bị xâm thực clorua rất mạnh, miền bê tông cận cốt thép có thể tích tụ tới 15 kg Cl<sup>-</sup>/m<sup>3</sup> bê tông, thời gian phục vụ khá lâu, nhưng cốt thép hầu như chưa bị hoại hoặc chỉ bị ăn mòn rất nhẹ. Chẳng hạn, kết quả khảo sát gần đây tại các phần kết cấu ngập trong nước biển và cửa sông ven biển như Cảng Hòn Gai sau hơn 100 năm, Cầu bê tông (cầu giữa) ở Phan Thiết trên 90 năm, cầu Phú Hài ở Phan thiết trên 85 năm chỉ phát hiện thấy cốt thép chỏm bị gỉ nhẹ, bê tông chưa bị nứt vỡ. Đối với các công trình có niên hạn ngắn hơn, như Cảng Thương vụ Vũng Tàu trên 15 năm, Cảng Nha Trang trên 15 năm, Cảng Sông Hàn trên 35 năm, Cảng Cửa Cẩm gần 30 năm đều chưa phát hiện thấy cốt thép bị ăn mòn. Hiện tượng này được giải thích là do lượng oxy hòa tan trong nước biển thấp nên không đủ khả năng oxy hoá cốt thép.
- Ngoài ra, các kết quả khảo sát cho thấy tốc độ xâm thực ion SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> vào trong bê tông ở vùng ngập nước và nước lén xuống rất chậm, vì vậy chưa phát hiện thấy hiện tượng bê tông bị phá huỷ do ăn mòn sunfat tại các công trình có niên hạn 15 đến trên 100 năm kể trên.

Như vậy, tình trạng ăn mòn và phá huỷ kết cấu BTCT ở các vùng nước lén xuống và sóng tấp, khí quyển trên mặt nước biển và mặt nước sông ven biển, khí quyển trên bờ (cách mép nước 0 ÷ 1 km) và gần bờ (cách mép nước từ 1 ÷ 30 km) là rất phổ biến và gây thiệt hại nghiêm trọng cho nền kinh tế nước ta. Tình hình thực tiễn đặt ra vấn đề cấp bách phải nghiên cứu và triển khai áp dụng các giải pháp thiết kế và thi công sửa chữa cho các kết cấu bê tông cốt thép đã và đang bị hư hỏng do tác động ăn mòn của môi trường biển nước ta.

Dưới đây xin giới thiệu một số kinh nghiệm thiết kế và thi công sửa chữa các công trình BTCT bị hư hỏng do tác động ăn mòn của môi trường biển nước ta do Viện KHCN Xây dựng đã nghiên cứu và triển khai ứng dụng có hiệu quả tốt trong những năm gần đây.

## 2. MỘT SỐ KINH NGHIỆM THIẾT KẾ SỬA CHỮA KẾT CẤU BTCT BỊ HƯ HỎNG DO ĂN MÒN

Nhìn chung các kết cấu BTCT khi đã bị ăn mòn cốt thép và nứt vỡ bê tông bảo vệ đều kéo theo sự suy giảm khả năng chịu lực và có thể mất hoàn toàn khả năng chống ăn mòn. Do vậy, phương án thiết kế sửa chữa kết cấu BTCT bị hư hỏng do ăn mòn cần phải đảm bảo đạt đồng thời các yêu cầu sau đây:

- Khả năng chịu lực của kết cấu;

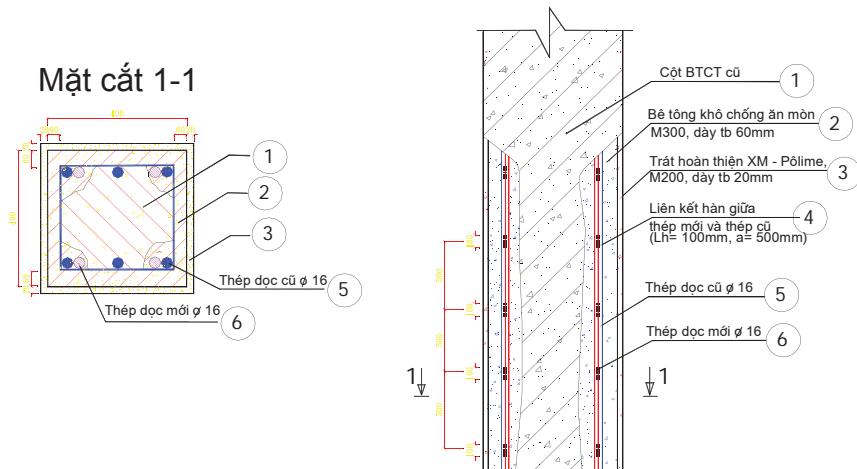
- Khả năng phòng chống ăn mòn;
- Điều kiện làm việc bình thường

### **2.1. Thiết kế đảm bảo khả năng chịu lực của kết cấu**

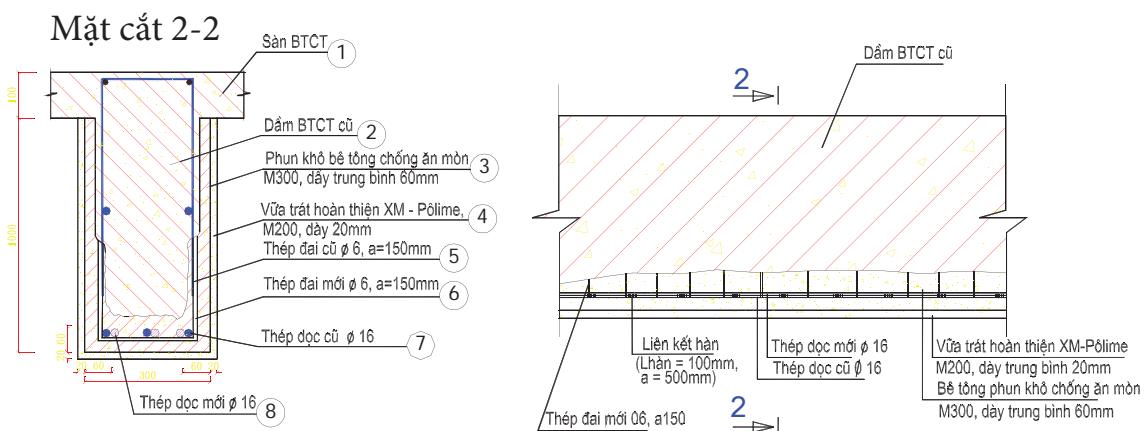
Các phương án dưới đây có thể áp dụng đối với các kết cấu cần gia cố tăng cường khả năng chịu lực. Tuỳ thuộc vào tình trạng và mức độ hư hỏng có thể chọn một trong các phương án thiết kế gia cố sau:

#### **a) Gia cố không mở rộng tiết diện**

- Áp dụng cho kết cấu bị hư hỏng cục bộ;
- Diện tích cốt thép cần gia cố xác định theo kết quả tính toán khả năng chịu lực;
- Liên kết thép mới với thép cũ bằng hàn hoặc buộc, chiều dài hàn hoặc buộc theo quy phạm hiện hành.
- Ví dụ minh họa thiết kế sửa chữa cục bộ kết cấu cột ở hình 1;



Hình 1. Ví dụ thiết kế sửa chữa hư hỏng cục bộ kết cấu cột BTCT tại công trình sửa chữa chống ăn mòn kết cấu BTCT Nhà nghỉ Lê Lợi Sầm sơn – Thanh Hoá (năm 2002)



Hình 2. Ví dụ thiết kế gia cố có mở rộng tiết diện kết cấu dầm BTCT tại công trình sửa chữa chống ăn mòn kết cấu BTCT Nhà nghỉ Lê Lợi Sầm sơn – Thanh Hoá (năm 2002)

#### **b) Gia cố mở rộng tiết diện**

- Áp dụng cho kết cấu bị hư hỏng toàn diện hoặc kết cấu chịu lực lớn
- Diện tích cốt thép cần gia cố xác định theo tính toán;
- Liên kết thép hình mới với kết cấu cũ thực hiện bằng gông kết hợp với hàn;
- Liên kết thép tròn mới với thép cũ thực hiện bằng hàn.
- Ví dụ thiết kế gia cố sửa chữa toàn diện kết cấu dầm minh họa ở hình 2.

## **2.2. Thiết kế đảm bảo khả năng phòng chống ăn mòn lâu dài cho kết cấu**

Căn cứ kết quả khảo sát đánh giá hư hỏng để thiết kế phương án phòng chống ăn mòn lâu dài cho các kết cấu đã bị ăn mòn và không còn đủ năng lực phòng chống ăn mòn (bao gồm cả kết cấu đủ và không đủ khả năng chịu lực).

- *Trường hợp kết cấu bê tông cốt thép đã bị ăn mòn*
  - Phương án thiết kế chống ăn mòn cục bộ: áp dụng cho trường hợp kết cấu bị ăn mòn và hư hỏng cục bộ. Loại bỏ phần bê tông đã bị nứt, bong lở, nhiễm mặn xung quanh các thanh cốt thép bị ăn mòn, tạo khoảng trống tối thiểu 20-30 mm để làm sạch gi cốt thép (ví dụ xem hình 1). Sơn chống ăn mòn cốt thép. Chèn và lắp đầy phần bê tông đã đục bỏ bằng bê tông hoặc vữa mới có tính năng thoả mãn yêu cầu thiết kế chống ăn mòn ở bảng 1, có thể chọn theo một trong các phương án sau:
    - Bê tông chống thấm;
    - Bê tông phun khô;
    - Vữa bơm không co;
    - Vữa rót tự chảy chống ăn mòn clorua: cho trường hợp cốt thép bị ăn mòn nặng, miền bê tông cận cốt thép bị nhiễm ion  $\text{Cl}^-$  trên  $2,0 \text{ kg/m}^3$ , kết cấu có cốt thép dây, cấu tạo phức tạp, khó xử lý theo các phương án khác.
  - Phương án thiết kế chống ăn mòn toàn diện: áp dụng cho trường hợp kết cấu bị ăn mòn và hư hỏng trên diện rộng. Cách làm như sau:
    - + Loại bỏ các phần bê tông đã bị nứt, bong lở, bị nhiễm mặn xung quanh và dọc theo các thanh cốt thép bị gỉ, tạo khoảng trống tối thiểu 20-30 mm;
    - + Làm sạch gi cốt thép và sơn chống ăn mòn cốt thép;
    - + Gia cố bổ sung thêm thép mới theo (nếu kết cấu không đảm bảo khả năng chịu lực);
    - + Bổ sung bê tông hoặc vữa mới có tính năng thoả mãn yêu cầu thiết kế chống ăn mòn ở bảng 2, ví dụ xem hình 2 và 3. Có thể chọn theo một trong các phương án sau:
      - Bê tông chống thấm;
      - Bê tông phun khô;
      - Vữa bơm không co;
      - Vữa rót tự chảy không co.
    - Vữa rót tự chảy chống ăn mòn clorua: cho trường hợp cốt thép bị ăn mòn nặng, miền bê tông cận cốt thép bị nhiễm ion  $\text{Cl}^-$  trên  $2,0 \text{ kg/m}^3$ , kết cấu có cốt thép dây, cấu tạo phức tạp, khó xử lý theo các phương án khác.

- Trường hợp kết cấu không còn đủ năng lực chống ăn mòn (diễn hình là các trường hợp chiều dày bê tông bảo vệ mỏng, không đạt mác và độ chống thấm):
- Đối với kết cấu có lớp bê tông bảo vệ mỏng, không đạt mác theo yêu cầu thiết kế chống ăn mòn ở bảng 1 thì bảo vệ mặt ngoài bằng lớp bê tông phun khô, vữa trát chống thấm hoặc sơn chống thấm để ngăn chặn sự xâm nhập của nước, oxy và các chất xâm thực vào kết cấu.
- Chiều dày lớp bê tông, vữa gia cố mới được tính toán sao cho tổng cộng lớp bê tông bảo vệ cũ và lớp bảo vệ mới đạt yêu cầu bảo vệ tối thiểu theo quy định ở bảng 1. Có thể chọn một trong các phương án sau:
  - Bê tông chống thấm;
  - Bê tông phun khô;
  - Vữa bơm không co;
  - Vữa rót tự chảy không co.
  - Vữa trát chống thấm

Bảng 1. Các yêu cầu tối thiểu về thiết kế bảo vệ kết cấu chống ăn mòn  
trong môi trường biển [ 9]

S T T	Yêu cầu thiết kế	Kết cấu làm việc trong vùng												
		Ngập nước <sup>(4)</sup>		Nước lên xuống		Khí quyển								
						Trên mặt nước			Trên bờ, 0÷1 km cách mép nước			Gần bờ, 1÷30 km cách mép nước		
1	Máy bê tông, Mpa	30	40	40	50	30	40	50	25	30	40	25	30	40
2	Độ chống thấm nước, at	8	10	10	12	8	10	12	6	10	12	6	10	12
3	Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép, mm - Kết cấu ngoài trời - Kết cấu trong nhà - Nước biển - Nước lợ cửa sông								50	40	30	40	30	25
									40	30	25	30	25	20
4	Độ mở rộng vết nứt, mm - Kết cấu ngoài trời - Kết cấu trong nhà	≤ 0,1	≤ 0,05			≤ 0,1		≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,15	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,15	
5	Cấu tạo kiến trúc	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bề mặt kết cấu phẳng, không gây đọng nước, không gây tích hơi ẩm và bụi.</li> <li>- Hạn chế sử dụng kết cấu BTCT dạng thanh mảnh (chóp, lan can chắn nắng)</li> <li>- Có khả năng tiếp cận tới mọi vị trí để kiểm tra, sửa chữa.</li> </ul>												

### **2.3. Đảm bảo điều kiện làm việc của kết cấu**

Căn cứ kết quả khảo sát đánh giá điều kiện làm việc của kết cấu. Trong phương án thiết kế sửa chữa cần có biện pháp ngăn chặn hoặc loại bỏ các yếu tố đã gây tăng tốc độ ăn mòn và hư hỏng như công trình bị quá tải, thấm đột, đọng nước, ẩm ướt kéo dài

## **3. KINH NGHIỆM THI CÔNG SỬA CHỮA KẾT CẤU BTCT BỊ HƯ HỎNG DO ĂN MÒN**

### **3.1 Vật liệu sử dụng**

- a) Bê tông phun khô: Vật liệu sử dụng để chế tạo bê tông phun khô, thành phần bê tông phun khô được chọn theo chỉ dẫn kỹ thuật xây dựng “Bê tông phun khô - Chỉ dẫn kỹ thuật thi công và nghiệm thu”.
- b) Bê tông chống thấm: Vật liệu chế tạo và thành phần bê tông chống thấm chọn theo “Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại”, hoặc “Bê tông – Chỉ dẫn kỹ thuật thi công xử lý các vết nứt, rỗ, thấm nước bằng công nghệ bơm ép hồ, vữa xi măng”.
- c) Vữa bơm không co: lấy theo tài liệu “Bê tông – Chỉ dẫn kỹ thuật thi công xử lý các vết nứt, rỗ, thấm nước bằng công nghệ bơm ép hồ, vữa xi măng”
- d) Vữa rót tự chảy không co: Chọn loại vữa tự chảy không co trộn sẵn đáp ứng yêu cầu kỹ thuật của TCXD 258: 2001
- e) Vữa tự chảy chống ăn mòn clorua: Đáp ứng yêu cầu kỹ thuật bảng 2 thành phần cấp phối vữa có thể sơ bộ chọn theo bảng 3 dưới đây.

Bảng 2. Yêu cầu kỹ thuật của vữa tự chảy chống ăn mòn clorua

T T	Chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị	Yêu cầu đạt được	Phương pháp kiểm tra
1	Độ chảy (sau 60 phút )	cm	$\geq 20$	Nhớt kế Suttard
2	Độ tách nước (sau 90 phút)	%	0	TCVN 3109:1993
3	Cường độ nén ở tuổi 28 ngày	daN/cm <sup>2</sup>	$400 \div 600$	TCVN 3121:1979
4	Tính không co (độ biến dạng ở tuổi 28 ngày)	mm/m	$0,001 \div 0,05$	Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại
5	Độ thấm ion clorua	culông	$\leq 1.000$	AASHTO T-277

Bảng 3. Thành phần vữa tự chảy chống ăn mòn clorua

TT	Cường độ vữa ở tuổi 28 ngày (daN/cm <sup>2</sup> )	Lỏng/rắn	Tỷ lệ pha trộn vật liệu, phần đơn vị					
			Xi măng	Cát	Chất ức chế ăn mòn	Phụ gia khoáng siêu mịn	Phụ gia siêu dẻo	Phụ gia nở
1	600	0,18- 0,20	100	100	0,8-1,0	10-15	1,5- 2	8-10
2	500	0,18- 0,20	100	125	1,0-1,2	10-15	1,5- 2	8-10
3	400	0,18- 0,20	100	150	1,2-1,4	10-15	1,5- 2	8-10

*Ghi chú:*

- Trước khi sử dụng cân trộn thí nghiệm vữa đạt yêu cầu kỹ thuật ở bảng 2;
- Xi măng sử dụng loại PC40 hoặc PCB40;
- Cát sử dụng cỡ hạt từ 0,30 – 2,0
- Chất ức chế ăn mòn: Dùng phụ gia canxi nitorit dạng lỏng, nồng độ  $NO_2^-$  30%
- Phụ gia khoáng siêu mịn: dùng silicafume hoặc metacaolanl hoặc dạng có tính năng tương đương;
- Phụ gia siêu dẻo dạng bột
- Phụ gia nở dùng AC-89 hoặc loại tương đương.

Vữa trát chống thấm: Vật liệu chế tạo và thành phần cấp phối chọn sơ bộ theo bảng 4.

Bảng 4. Thành phần vữa trát chống thấm

TT	Mác vữa, độ chống thấm ở tuổi 28 ngày	Lỏng/rắn	Tỷ lệ pha trộn vật liệu, phần đơn vị					
			Xi măng	Cát	Phụ gia siêu dẻo	Phụ gia khoáng siêu mịn	Phụ gia pôlime	Phụ gia nở
1	200, B8	0,14–0,16	100	180	0,2-0,3	5-10	10-15	6-8
2	300, B10	0,14–0,16	100	150	0,2-0,3	5-10	10-15	6-8
3	400, B12	0,14–0,16	100	150	0,2-0,3	5-10	10-15	6-8
4	500, B14	0,14–0,16	100	125	0,2-0,3	5-10	10-15	6-8

*Ghi chú:*

- Trước khi sử dụng cân trộn thí nghiệm vữa đạt yêu cầu mác và độ chống thấm
  - Xi măng: Loại M200,B8 và M300,B10 dùng xi măng PC30 hoặc PCB30; loại M400,B12 M500, B14 dùng xi măng PC40 hoặc PCB40;
  - Cát sử dụng cỡ hạt từ 0,30 – 2,0
  - Phụ gia siêu dẻo dạng nước chậm ninh kết, nồng độ chất khô 40%;
  - Phụ gia khoáng siêu mịn: dùng silicafume hoặc metacaolanl hoặc dạng có tính năng tương đương;
  - Phụ gia pôlime gốc latex hoặc acrylic
  - Phụ gia nở dùng AC-89 hoặc loại tương đương
- f) Sơn chống ăn mòn cốt thép: Dùng sơn epoxy biến tính hoặc sơn chống ăn mòn xi măng – pôlime. Yêu cầu sơn chống gỉ phải có khả năng chống ăn mòn cao và liên kết bám dính tốt với cả bê tông và cốt thép và phải đáp ứng yêu cầu kỹ thuật theo ASTM D 3963/D 3963M-01.

### 3.2 Thiết bị thi công

- a) Thiết bị phun khô: Các thiết bị dùng cho công nghệ phun khô bê tông chọn theo tài liệu “Bê tông phun khô - Chỉ dẫn kỹ thuật thi công và nghiệm thu”.
- b) Thiết bị bơm vữa lỏng không co: Chọn theo “Bê tông - Chỉ dẫn kỹ thuật xử lý các vết nứt và thấm bằng công nghệ bơm ép hồ vữa xi măng”

- c) Máy đánh gỉ cốt thép: Dùng máy đánh gỉ cầm tay, điện 1 pha, công suất 550 – 800 W, chổi đĩa loại phẳng và loại bát.
- d) Máy khoan bê tông: Sử dụng máy khoan điện xoay đập, công suất 750 – 1150 W, mũi khoan  $\phi 18 \div \phi 38$
- e) Máy cắt thép cầm tay, điện 220V, công suất 750 - 900 W.

### **3.3 Qui trình công nghệ thi công**

Qui trình công nghệ thi công sửa chữa kết cấu BT&BTCT bị hư hỏng do ăn mòn được tiến hành theo trình tự sau đây:

- a) Chống đỡ kết cấu: Khi thực hiện việc sửa chữa hoặc gia cố kết cấu, đặc biệt là đối với các kết cấu đã bị giảm yếu khả năng chịu lực, nhất thiết phải tiến hành chống đỡ kết cấu và giải phóng hoàn toàn hoặc một phần kết cấu cần sửa chữa khỏi trạng thái chịu lực. Các kết cấu chịu lực tải lớn có thể chia ra xử lý từng phần thiết diện. Tuỳ thuộc vào tải trọng tác dụng lên kết cấu, có thể chống đỡ kết cấu bằng cột gỗ đặc chắc  $\Phi \geq 80\text{mm}$ , hoặc yêu cầu phải có cột chống thép đủ khả năng chịu tải và đảm bảo an toàn cho thi công.
- b) Đục tỉa bê tông: Đục tỉa kỹ thuật loại bỏ phần bê tông dọc theo các thanh cốt thép bị gỉ, tạo khoảng trống sao cho có thể đánh sạch được gỉ toàn bộ thanh cốt thép cần sửa chữa.
- c) Tẩy gỉ cốt thép: Cốt thép phải được đánh sạch gỉ bằng bàn chải, chổi sắt, máy đánh gỉ cầm tay hoặc phun cát.
- d) Khi cần có thể phải phun hoặc quét chất biến đổi gỉ để làm sạch hoàn toàn gỉ trên bề mặt cốt thép và bảo vệ cốt thép trong khi chờ phun hoặc đổ bê tông.
- e) Hàn hoặc nối bô sung cốt thép: Theo bản vẽ thiết kế sửa chữa, tiến hành hàn gia cường liên kết vững chắc cốt thép cũ và mới. Trong trường hợp không thể hàn liên kết giữa cốt thép cũ và mới thì có thể dùng tổ hợp bu lông cường độ cao khoan chôn sâu vào phần bê tông cũ để liên kết với thép gia cường. Biện pháp này thường áp dụng cho các kết cấu có kích thước lớn gia cố bằng thép hình.
- f) Quét sơn bảo vệ cốt thép: Thường sử dụng các loại sơn chống gỉ có nguồn gốc từ Epoxy, xi măng và xi măng-Pôlime.
- g) Tăng cường bám dính giữa bê tông mới và bê tông cũ: Cách làm như sau:
  - Đục nhám bề mặt bê tông cũ, rửa sạch bề mặt bằng nước, để ráo nước;
  - Quét một lớp hồ xi măng sệt với tỷ lệ N/X nhỏ hơn hoặc bằng 0,3 hoặc hồ xi măng polime acrylic, xi măng polime styrenbutadien lên bề mặt bê tông cũ (tỷ lệ polime 15 đến 20% khối lượng xi măng). Polime tạo dính hệ latex phải đáp ứng yêu cầu kỹ thuật theo ASTM C 1509-90;
- h) Thi công bê tông và vữa sửa chữa
  - Đổ bê tông: Thực hiện theo TCVN 4453:1995. Chú ý sử dụng cốt liệu kích thước  $D_{max}$  không vượt quá  $1/3$  kích thước nhỏ nhất của khối đổ và tạo liên kết tốt với bê tông cũ.
  - Bơm vữa lỏng không co: Thực hiện theo "Bê tông - Chỉ dẫn kỹ thuật xử lý các vết nứt và thấm bằng công nghệ bơm ép hồ vữa xi măng"
  - Rót vữa tự chảy không co, vữa tự chảy chống ăn mòn clorua: Ghép cốt pha tương tự như bơm vữa lỏng không co, chỉ khác là thay bơm bằng rót, nên cửa rót và lỗ thoát khí phải bố trí ở phía trên cùng.

- Phun bê tông khô: Thực hiện theo "Bê tông phun khô - Chỉ dẫn kỹ thuật thi công và nghiệm thu"
- Bảo dưỡng bê tông và vữa: Thực hiện theo TCVN 5592:1991.

## 4. KẾT LUẬN

- Kinh nghiệm thiết kế và thi công đã trình bày trên đây được đúc kết từ kết quả nghiên cứu và ứng dụng của Viện KHCN Xây dựng trong nhiều năm qua có hiệu quả tốt trong sửa chữa các công trình BTCT bị hư hỏng do tác động ăn mòn của môi trường biển nước ta.
- Kinh nghiệm đã giới thiệu có thể áp dụng để lập phương án thiết kế và thi công sửa chữa chống ăn mòn cho các công trình BTCT xây dựng ở vùng biển nước ta.
- Mọi thông tin cần thiết xin liên hệ: Phòng nghiên cứu ăn mòn và bảo vệ công trình -Viện KHCN Xây dựng. ĐT: 04. 754 01 89, Fax: 04. 836 11 97, DĐ: 0913522602

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo tổng kết đề tài 26B.03.03 "Nghiên cứu các biện pháp biện pháp chống ăn mòn bê tông cốt thép bảo vệ công trình ở vùng ven biển"- Viện Khoa học Kỹ thuật Xây dựng, Hà Nội, 1990.
2. Báo cáo tổng kết đề tài 02.15.05.R116 "Nghiên cứu một số biện pháp kĩ thuật và công nghệ bảo vệ các công trình xây dựng dưới tác động ăn mòn của khí hậu vùng ven biển Việt Nam "- Viện Khoa học Kỹ thuật Xây dựng, Hà Nội, 1994.
3. Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp Nhà nước mã số 40-94ĐTDL "Nghiên cứu các điều kiện kỹ thuật đảm bảo độ bền lâu cho kết cấu bê tông và bê tông cốt thép xây dựng ở vùng ven biển Việt Nam "- Viện KHCN Xây dựng, Hà Nội, 1999.
4. Báo cáo Tuyển tập hội thảo: Chống ăn mòn và bảo vệ các công trình bê tông và bê tông cốt thép vùng biển Việt Nam. Hà Nội, 5/1999, 88 tr.
5. TCVN 2737:1995: Tải trọng và tác động. Tiêu chuẩn thiết kế.
6. Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 1998.
7. Chỉ dẫn kỹ thuật xây dựng: Bê tông phun khô - chỉ dẫn kỹ thuật thi công và nghiệm thu; Bê tông- chỉ dẫn kỹ thuật thi công xử lý các vết nứt, rỗ thấm nước bằng công nghệ bơm ép hổ, vữa xi măng; Sửa chữa khe co dãn chấn nước- chỉ dẫn thiết kế và thi công, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 1999.
8. Tài liệu tập huấn kỹ thuật chống ăn mòn và bảo vệ các công trình bê tông và bê tông cốt thép vùng biển, Viện KHCN Xây dựng, Hà Nội, 10- 2002.
9. TCXDVN dự thảo “Kết cấu BT&BTCT – Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển Việt Nam ” , Viện KHCN Xây dựng, Hà Nội, 2003.