

# TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

## TCVN 9139:2012

### CÔNG TRÌNH THỦY LỢI – KẾT CẤU BÊ TÔNG, BÊ TÔNG CỐT THÉP VÙNG VEN BIỂN - YÊU CẦU KỸ THUẬT

*Hydraulic Structures - Concrete and reinforced concrete Structures in coastal areas - Technical Specifications*

#### Lời nói đầu

**TCVN 9139:2012** được chuyển đổi từ **14TCN 142 - 2004** theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 7 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

**TCVN 9139:2012** do Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

### CÔNG TRÌNH THỦY LỢI – KẾT CẤU BÊ TÔNG, BÊ TÔNG CỐT THÉP VÙNG VEN BIỂN - YÊU CẦU KỸ THUẬT

*Hydraulic Structures - Concrete and reinforced concrete Structures in coastal areas - Technical Specifications*

#### 1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định những yêu cầu về thiết kế, lựa chọn vật liệu, thi công, vận hành và bảo dưỡng các kết cấu bê tông, bê tông cốt thép công trình thủy lợi xây dựng trong vùng chua phèn, mặn (gọi tắt là vùng ven biển) nhằm bảo vệ, chống ăn mòn và nâng cao tuổi thọ của công trình.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho tất cả các công trình thủy lợi xây dựng từ bê tông và bê tông cốt thép trong vùng ven biển của Việt Nam. Các đơn vị có liên quan khi thiết kế, thi công, quản lý vận hành các công trình thủy lợi trong vùng ven biển ngoài việc tuân thủ các quy định trong tiêu chuẩn này, còn phải tuân thủ các tiêu chuẩn, quy chuẩn và các văn bản Quy phạm pháp luật hiện hành có liên quan.

#### 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 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 sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 1651:2008, *Thép cốt bê tông cán nóng.*

TCVN 2682:2009, *Xi măng pooc lăng - Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 3105:1993, *Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ chống thấm nước.*

TCVN 3118:1993, *Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ hút nước.*

TCVN 4033:1995, *Xi măng pooc lăng - Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 4316:2007, *Xi măng pooc lăng xỉ lò cao – Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 4453:1998, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối - Quy phạm thi công và nghiệm thu.*

TCVN 5592:1991, *Bảo dưỡng bê tông - Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 6067:2004, *Xi măng pooc lăng bền sunfat - Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 6260:2009, *Xi măng pooc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 7570:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật.*

### **3. Thuật ngữ và định nghĩa**

#### **3.1. Nước mặn (salt - water)**

Nước có chứa muối natri clorua (NaCl) hòa tan với hàm lượng từ 3 g/l đến 10 g/l.

#### **3.2. Nước chua phèn (aluminous water)**

Nước chịu ảnh hưởng của đất chua phèn. Đất chua phèn được đặc trưng bởi tầng B  $\geq 20$  cm có chỉ số pH  $\leq 3,5$  và tầng C  $\geq 60$  cm có hàm lượng lưu huỳnh S  $\geq 0,75$  %.

#### **3.3. Nước biển (sea water)**

Nước biển thông thường chứa trung bình khoảng 3,5 % các muối hòa tan gồm: NaCl 2,73 %; MgCl<sub>2</sub> 32 %; MgSO<sub>4</sub> 0,22 %; CaSO<sub>4</sub> 0,13 %; còn lại là KCl và K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Ngoài ra còn một lượng nhỏ CO<sub>2</sub> và O<sub>2</sub> hòa tan.

#### **3.4. Vùng trên bờ (shore area)**

Vùng nằm trong khoảng từ 0 km đến 1 km tính từ mép nước.

#### **3.5. Vùng gần bờ biển (near- shore area)**

Vùng nằm trong khoảng từ 1 km đến 20 km cách mép nước biển.

#### **3.6. Vùng xa bờ biển (off -shore area)**

Vùng nằm ngoài khoảng 20 km tính từ mép nước biển vào đất liền.

#### **3.7. Vùng nước mặn thay đổi (tidal area)**

Vùng mực nước biển lên xuống thường xuyên, có tính xâm thực mạnh nhất đối với bê tông và bê tông cốt thép.

#### **3.8. Vùng ngập mặn (seawater - in undated area)**

Vùng luôn luôn ngập nước biển có tính ăn mòn mạnh đối với bê tông và bê tông cốt thép.

#### **3.9. Vùng khí quyển biển (marine atmospheric area)**

Vùng khí hậu biển nằm trên mặt nước biển, chủ yếu gây ăn mòn cốt thép với mức độ giảm dần theo cự ly cách mép bờ biển trở vào đất liền.

### **4. Phân loại các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi theo điều kiện tiếp xúc với môi trường xâm thực**

Căn cứ vào môi trường làm việc của các công trình thủy lợi vùng ven biển, các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép được phân loại theo vị trí tiếp xúc như sau:

#### **4.1. Các kết cấu làm việc ở vùng nước mặn**

##### **4.1.1. Các kết cấu làm việc ở vùng nước ngập mặn**

Các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép nằm ngập hoàn toàn trong nước biển.

##### **4.1.2. Các kết cấu làm việc trong vùng nước mặn thay đổi**

Các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép nằm ở giữa mực nước lên xuống của thủy triều, kể cả vùng sóng leo.

##### **4.1.3. Các kết cấu làm việc trong vùng khí quyển biển**

Các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép nằm trong không khí (bao gồm các vùng khí quyển trên mặt biển, gần bờ và xa bờ).

#### **4.2. Các kết cấu làm việc trong vùng chua phèn**

#### 4.2.1. Các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép nằm trong vùng ngập nước chua phèn

Các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép nằm ngập hoàn toàn trong nước chua phèn.

#### 4.2.2. Các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép nằm trong vùng mực nước chua phèn thay đổi

Các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép nằm ở giữa mực nước chua phèn lên và xuống.

#### 4.2.3. Các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép nằm trong không khí vùng nước chua phèn

Các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép nằm trong không khí tại vùng có nước chua phèn.

### 5. Các quy định về thiết kế, lựa chọn vật liệu, thi công và vận hành công trình

#### 5.1. Quy định chung

Khi thiết kế, lựa chọn vật liệu, thi công và vận hành các công trình thủy lợi xây dựng từ bê tông và bê tông cốt thép trong vùng ven biển phải đảm bảo sử dụng vật liệu không bị ăn mòn, bê tông đặc chắc sử dụng công trình đúng công năng như thiết kế đã quy định.

#### 5.2. Công tác thiết kế

**5.2.1.** Mác bê tông, mác chống thấm của bê tông, chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép, độ mở rộng của vết nứt và cấu tạo bề mặt kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi xây dựng trong vùng mặn: tối thiểu phải đảm bảo quy định tại Bảng 1.

**Bảng 1 - Các yêu cầu kỹ thuật về thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi trong vùng mặn**

Yêu cầu thiết kế	Môi trường làm việc của kết cấu				
	Ngập nước	Mực nước thay đổi	Khí quyển		
			Trên mặt nước	Trên bờ (cách mép nước đến 1 km)	Gần bờ
Mác bê tông không nhỏ hơn	M30	M40	M30	M30	M25
Mác chống thấm	W8 đến W10	W10 đến W12	W8 đến W10	W8 đến W10	W6 đến W8
Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép, mm	≥ 50	≥ 50	≥ 50	≥ 50	≥ 50
Độ mở vết nứt, d, mm	Không cho phép có vết nứt		d = 0 hoặc d ≤ 0,1	d ≤ 0,1	d ≤ 0,1
Bề mặt bên ngoài của kết cấu	Phẳng nhẵn, không đọng nước, không gây tích ẩm và tích bẩn				

#### CHÚ THÍCH:

a) Chiều dày lớp bê tông bảo vệ tính bằng khoảng cách gần nhất giữa mặt ngoài kết cấu tới mặt ngoài của cốt thép đai.

b) Kết cấu trong đất vùng ngập nước biển được bảo vệ như kết cấu trong vùng ngập nước biển.

Đối với công trình quan trọng thì cần nghiên cứu tăng chiều dày hoặc đề ra biện pháp bảo vệ chống ăn mòn có hiệu quả.

**5.2.2.** Mác bê tông, mác chống thấm của bê tông, chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép, độ mở rộng của vết nứt và cấu tạo bề mặt kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi xây dựng trong vùng chua phèn: tối thiểu phải đảm bảo quy định tại Bảng 2.

**Bảng 2 - Các yêu cầu kỹ thuật về thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi trong vùng chua phèn**

Yêu cầu thiết kế	Môi trường làm việc của kết cấu		
	Ngập nước	Mực nước thay đổi	Khí quyển
Mác bê tông	M25 đến M30	M30 đến M40	M25 đến M30
Mác chống thấm	W8 đến W10	W10 đến W12	W8 đến W10
Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép, mm	≥ 50		
Độ mở vết nứt, d, mm	Không được phép có vết nứt		d ≤ 0,1
Bề mặt bên ngoài của kết cấu	Phẳng nhẵn, không đọng nước, không gây tích ẩm và tích bẩn		

### 5.3. Vật liệu sử dụng

5.3.1. Vật liệu chế tạo bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi vùng ven biển ngoài việc tuân thủ các tiêu chuẩn về vật liệu hiện hành còn phải tuân thủ các quy định tại Bảng 3.

**Bảng 3 – Yêu cầu kỹ thuật đối với vật liệu làm bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi vùng chua phèn, mặn**

Tên vật liệu	Yêu cầu kỹ thuật
Xi măng	<p>1.1. Kết cấu trong vùng khí quyển</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poóc lăng hỗn hợp theo TCVN 6260:2009;</li> <li>- Poóc lăng thường theo TCVN 2682:2009;</li> </ul> <p>1.2. Kết cấu trong vùng nước thay đổi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poóc lăng hỗn hợp theo TCVN 6260:2009 (<math>C_3A</math> clinke ≤ 10 %);</li> <li>- Poóc lăng bèn sun phát theo TCVN 6067:2004;</li> <li>- Poóc lăng thường theo TCVN 2682:2009 (<math>C_3A</math> clinke ≤ 10 %);</li> </ul> <p>1.3. Kết cấu trong vùng ngập nước</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poóc lăng hỗn hợp theo TCVN 6260:2009 (<math>C_3A</math> clinke ≤ 10 %);</li> <li>- Poóc lăng bèn sunphát theo TCVN 6067:2004;</li> <li>- Poóc lăng xỉ theo TCVN 4316:2007;</li> <li>- Poóc lăng puzolan theo TCVN 4033:1995;</li> <li>- Poóc lăng thường theo TCVN 2682:2009 (<math>C_3A</math> clinke ≤ 10 %);</li> </ul>
Cát	<p>2.1. Kết cấu trong vùng khí quyển</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mô đun độ lớn, <math>M_n ≥ 2,0</math>;</li> <li>- Không gây phản ứng kiềm - silic;</li> <li>- Lượng <math>Cl^-</math> hòa tan ≤ 0,005 % khối lượng cát trong bê tông và bê tông cốt thép;</li> <li>- Các chỉ tiêu khác tuân thủ TCVN 7570:2006;</li> </ul> <p>2.2. Kết cấu trong vùng mực nước thay đổi và vùng ngập nước</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Như các yêu cầu ở 2.1 trong Bảng 3;</li> <li>- Lượng <math>SO_3 ≤ 0,5</math> % khối lượng cát.</li> </ul> <p>CHÚ THÍCH: Đối với vùng chua phèn không được dùng cát nghiền từ đá vôi.</p>

Đá (sỏi)	<p>3.1. Kết cấu trong vùng khí quyển</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Không gây phản ứng kiềm - silic;</li> <li>- Không gây phản ứng kiềm - các bồ nát;</li> <li>- Lượng Cl<sup>-</sup> hòa tan ≤ 0,01 % khối lượng cốt liệu lớn;</li> <li>- Các chỉ tiêu khác tuân theo TCVN 7570:2006.</li> </ul> <p>3.2. Kết cấu trong vùng ngập nước</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Yêu cầu như 3.1 trong Bảng 3;</li> <li>- Lượng SO<sub>3</sub> ≤ 0,5 % khối lượng cốt liệu lớn.</li> </ul> <p>3.3. Kết cấu nằm trong vùng mực nước thay đổi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Yêu cầu như 3.2 trong Bảng 3;</li> <li>- Độ mài mòn từ Mn I đến Mn II theo TCVN 1771:1987.</li> </ul> <p>CHÚ THÍCH: Đối với vùng chua phèn không được dùng cốt liệu lớn có nguồn gốc từ đá vôi.</p>
Nước trộn bê tông	<p>4.1. Kết cấu nằm trong vùng khí quyển</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Độ pH từ 6,5 đến 12,5;</li> <li>- Hàm lượng Cl<sup>-</sup> ≤ 500 mg/l cho bê tông và bê tông cốt thép;</li> <li>- Các chỉ tiêu khác tuân theo TCVN 7570:2006.</li> </ul> <p>4.2. Kết cấu nằm trong vùng ngập nước và mực nước thay đổi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Yêu cầu như 4.1 của Bảng 3</li> <li>- Hàm lượng SO<sub>3</sub> ≤ 1000 mg/l;</li> <li>- Tổng lượng muối hòa tan ≤ 2000 mg/l.</li> </ul>
Phụ gia	<p>Đối với các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép nằm trong tất cả các vùng xâm thực nên sử dụng các loại phụ gia không chứa ion Cl<sup>-</sup> bao gồm:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Các phụ gia khoáng hoạt tính (tro bay nhiệt điện, Xỉ lò cao nghiền mịn, silica fume, v.v...);</li> <li>- Phụ gia hóa học không chứa ion Cl<sup>-</sup> (phụ gia hóa dẻo, siêu dẻo, đông cứng nhanh, chậm đông kết, v.v...);</li> <li>- Phụ gia chống thấm các loại (dạng lỏng, dạng bột, khoáng hoặc gốc polyme, v.v...);</li> <li>- Phụ gia chống sự ăn mòn cốt thép trong bê tông.</li> </ul>
Cốt thép	<p>Đối với tất cả các vùng xâm thực:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cốt thép thường: CI, CII, CIII, CIV theo TCVN 1651:2008;</li> <li>- Có thể dùng cốt thép hợp kim có khả năng chống ăn mòn cao, hoặc có thể dùng biện pháp sơn phủ cốt thép bằng loại sơn đặc chủng.</li> </ul>

**5.3.2.** Để đảm bảo tính đặc chắc của bê tông trong công trình thủy lợi vùng ven biển, phải sử dụng phụ gia trong khi thi công bê tông. Việc lựa chọn loại phụ gia theo quy định trong Bảng 4 dưới đây:

**Bảng 4 - Quy định sử dụng phụ gia đối với các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép vùng ven biển**

Môi trường làm việc	Loại phụ gia
Vùng ngập trong nước	Siêu dẻo hoặc siêu dẻo kết hợp với phụ gia khoáng hoạt tính (bao gồm cả silica fume).
Vùng mực nước thay đổi	Siêu dẻo hoặc siêu dẻo kết hợp với phụ gia khoáng hoạt tính (bao gồm cả silica fume), siêu dẻo hoặc siêu dẻo kết hợp với phụ gia ức chế ăn mòn cốt thép.
Vùng khí quyển	Siêu dẻo hoặc siêu dẻo kết hợp với phụ gia ức chế ăn mòn cốt thép.

**5.3.3.** Để đảm bảo cho kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi có khả năng bền trong môi trường ven biển, tỷ lệ nước xi măng (N/X) trong các cấp phối bê tông khi thi công không được lớn hơn:

- 0,50 trong vùng mực nước biển thay đổi;
- 0,55 trong vùng ngập nước biển;
- 0,60 trong vùng khí quyển biển.

#### 5.4. Công tác thi công bê tông

Công tác thi công các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi vùng ven biển ngoài việc tuân thủ những quy định của TCVN 4453:1995, cần tuân thủ một số yêu cầu kỹ thuật bổ sung sau đây:

##### 5.4.1. Yêu cầu trong công tác bảo quản, lắp dựng cốt thép và cốp pha

- 1) Cốt thép phải được bảo quản trong kho kín có mái che. Không để cốt thép chịu ảnh hưởng của nước chua phèn, nước mưa, nước biển và cả gió biển.
- 2) Trước khi đổ bê tông, phải kiểm tra cốt thép và phải đảm bảo không có các vết gỉ màu đỏ trên bề mặt cốt thép.
- 3) Thời gian từ lúc đánh gỉ cốt thép xong đến lúc đổ bê tông (T) phải được khống chế như quy định sau và phải tránh cho cốt thép khỏi môi trường xâm thực:
  - a)  $T \leq 12$  h đối với các kết cấu nằm trong vùng chịu ảnh hưởng của môi trường xâm thực mặn;
  - b)  $T \leq 24$  h đối với các kết cấu nằm trong vùng chịu ảnh hưởng của môi trường chua phèn.
- 4) Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép được đảm bảo bằng các con kê. Con kê được chế tạo từ bê tông hạt nhỏ ( $D_{max} = 10$  mm), có cường độ và độ chống thấm tương đương với bê tông của kết cấu.

Kích thước của các con kê có tiết diện  $d \times d$ , trong đó  $d$  là chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép theo yêu cầu của thiết kế.

5) Không được dùng cốt thép chịu lực làm điểm tựa để gông ván khuôn. Trong trường hợp sử dụng bu lông xuyên qua kết cấu để gông ván khuôn thì phải đặt trong ống nhựa để rút ra khỏi kết cấu sau khi đổ bê tông. Nếu vì điều kiện mà các bu lông này phải để lại trong bê tông thì phải đục xung quanh các bu lông này sâu hơn chiều dày lớp bê tông bảo vệ theo thiết kế, cắt bỏ hai đầu bu lông và phục hồi lại lớp bê tông bảo vệ bằng lớp vữa có cường độ và độ chống thấm như bê tông của kết cấu công trình.

**5.4.2.** Công tác thi công bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi vùng ven biển ngoài việc phải tuân thủ các quy định thi công trong TCVN 4453:1995 còn phải đáp ứng các yêu cầu sau đây:

- 1) Xi măng, cát đá cần được phân lô và bảo quản tránh những tác động trực tiếp của các môi trường xâm thực. Nếu cốt liệu được vận chuyển bằng đường biển hoặc lưu bãi lâu trên bờ biển thì phải kiểm tra lại hàm lượng ion  $Cl^-$  của cốt liệu trước khi thi công bê tông cho dù trước đó đã có kết quả kiểm tra chỉ tiêu này đạt yêu cầu.

- 2) Bê tông được chế tạo phải đảm bảo độ đồng nhất cao, nhất thiết phải trộn bằng máy.
- 3) Trong quá trình thi công để đảm bảo chất lượng bê tông tại các mạch ngừng, cần phải thực hiện các bước sau đây:
  - a) Đánh sờm và rửa sạch mặt bê tông cũ;
  - b) Đổ một lớp vữa xi măng cát dày 20 mm/30 mm (tỷ lệ xi măng/cát lấy như vữa của bê tông) dàn đều vữa kín hết bề mặt bê tông cũ sau mới đổ bê tông mới đè lên;
  - c) Đối với khe co giãn chắn nước nên dùng băng chắn nước làm từ vật liệu không bị gỉ như đồng, cao su, nhựa PVC, v.v...
- 4) Bảo dưỡng bê tông và bê tông cốt thép được thực hiện theo TCVN 5592:1991. Không được dùng nước biển, nước chua phèn để bảo dưỡng bê tông. Đối với các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi thi công ngay tại vùng ngập nước chua phèn, mặn hay vùng nước chua phèn mặn thay đổi thì phải cần có biện pháp che chắn để bề mặt các kết cấu bê tông, bê tông cốt thép không bị tiếp xúc trực tiếp với nước chua phèn, mặn trong vòng ít nhất 7 ngày đầu bảo dưỡng.
- 5) Hạn chế đổ bê tông trong nước chua phèn, mặn, nếu trường hợp bắt buộc thì thực hiện như đổ bê tông trong nước, nhưng cần có biện pháp bảo vệ cốt thép để cốt thép không trực tiếp tác động với nước có tác nhân ăn mòn, đặc biệt khi chế tạo hỗn hợp bê tông trong trường hợp này phải dùng phụ gia siêu dẻo để khống chế tỷ lệ nước:xi măng thấp nhất có thể nhưng vẫn đảm bảo độ linh động đủ để thi công dễ dàng.

**5.4.3. Sửa chữa những hư hỏng của các kết cấu bê tông, bê tông cốt thép công trình thủy lợi vùng ven biển, xuất hiện trong quá trình thi công và vận hành công trình:**

- 1) Trong quá trình thi công và qua thời gian vận hành công trình thủy lợi thường xuất hiện các loại hư hỏng sau đây:
  - a) Bề mặt bê tông bị ăn mòn để lộ cốt liệu lớn trên diện rộng;
  - b) Bê tông bị thấm nước, tiết vôi;
  - c) Bề mặt bê tông bị nứt nẻ, phồng rộp hoặc bong tróc cục bộ từng mảng;
  - d) Nứt kết cấu với bề rộng lớn hơn quy định trong bảng 1 và bảng 2;
  - e) Gỉ sắt màu vàng đỏ tiết ra từ trong lòng khối bê tông;
  - f) Xuất hiện các vết nứt bê tông dọc theo các thanh cốt thép;
  - h) Bong rộp lớp bê tông bảo vệ, để lộ cốt thép bị gỉ.

2) Các trường hợp hư hỏng các kết cấu bê tông, bê tông cốt thép công trình thủy lợi vùng ven biển như đã nêu trên đây cần phải sửa chữa ngay. Trước hết các vết nứt, các hiện tượng bong tróc bê tông bảo vệ cần phải bịt kín để bảo vệ cốt thép khỏi bị ăn mòn. Công tác sửa chữa có thể tham khảo Phụ lục A của tiêu chuẩn này.

**5.5. Quy định với công tác vận hành công trình thủy lợi vùng ven biển:**

Khi vận hành các công trình thủy lợi xây dựng từ bê tông và bê tông cốt thép trong vùng ven biển cần phải đảm bảo:

- 1) Sử dụng đúng công năng như thiết kế quy định cho kết cấu, bộ phận công trình cũng như toàn bộ công trình;
- 2) Những khuyết tật của công trình như đã nêu trong 5.3.3 cần được ghi vào sổ theo dõi hiện trạng, diễn biến kể cả trước và sau khi đã sửa chữa;
- 3) Cần theo dõi các vùng bê tông bị nứt, thấm hoặc tiền sử đã bị nứt thấm và kịp thời phát hiện các dấu hiệu hư hỏng công trình do ăn mòn gây ra. Khắc phục sửa chữa ngay các hư hỏng nhỏ. Nếu phát hiện thấy có dấu hiệu hư hỏng phổ biến trên toàn bộ kết cấu công trình thì cần phải khảo sát chi tiết để có phương án sửa chữa hợp lý (tham khảo Phụ lục A).

## PHỤ LỤC A

(Tham khảo)

### CHỈ DẪN PHƯƠNG PHÁP SỬA CHỮA CÁC KẾT CẤU BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP CÔNG TRÌNH THỦY LỢI ĐÃ BỊ HƯ HỎNG DO ĂN MÒN GÂY RA

Sau một thời gian sử dụng nhất định, các kết cấu bê tông và nhất là bê tông cốt thép các công trình thủy lợi xây dựng trong môi trường chua phèn, mặn có thể bị hư hỏng do ăn mòn gây ra từ các tác nhân ăn mòn của môi trường. Để sửa chữa các hư hỏng có thể tiến hành theo trình tự các bước sau:

1. Xác định dấu hiệu hư hỏng;
2. Khảo sát, đánh giá mức độ hư hỏng;
3. Thiết kế và thi công sửa chữa.

#### A.1. Xác định dấu hiệu hư hỏng

**A.1.1. Các kết cấu bê tông được xác định là đã bị hư hỏng do ăn mòn khi quan sát thấy một trong những dấu hiệu sau:**

- 1) Bề mặt bê tông bị ăn mòn để lộ cốt liệu lớn trên diện rộng;
- 2) Bề mặt bê tông bị nứt nẻ, phòng rộp hoặc bong tróc cục bộ từng mảng;

**A.1.2. Các kết cấu bê tông cốt thép được xác định là bị hư hỏng do ăn mòn khi quan sát thấy một trong những dấu hiệu sau:**

- 1) Các dấu hiệu hư hỏng bê tông như đã nêu ở A.1.1;
- 2) Các dấu hiệu hư hỏng cốt thép:
  - a) Gỉ sắt màu vàng đỏ tiết ra từ trong lòng khối bê tông;
  - b) Xuất hiện các vết nứt lớp bê tông dọc theo các thanh cốt thép;
  - c) Bong rộp lớp bê tông bảo vệ để lộ cốt thép bị gỉ.

#### A.2. Khảo sát mức độ hư hỏng

**A.2.1. Căn cứ vào dấu hiệu và mức độ hư hỏng bên ngoài, để phân ra dạng và mức hư hỏng**

Từ đó tìm ra vùng hư hỏng nặng đại diện tập trung để khảo sát chi tiết.

#### A.2.2. Khảo sát chi tiết các kết cấu bê tông bị hư hỏng

##### A.2.2.1. Xác định các tính chất cơ lý của bê tông tại các vùng bị hư hỏng

Khoan lấy mẫu theo TCVN 3105:1993. Mỗi kết cấu hay một vùng bị hư hỏng lấy ít nhất một tổ mẫu, mỗi tổ mẫu 03 viên nôn khoan. Dùng mẫu nôn khoan để xác định các tính chất cơ lý của bê tông: Cường độ nén theo TCVN 3118:1993, độ hút nước theo TCVN 31:1993. Cũng có thể dùng mẫu nôn khoan để phân tích thạch học để biết các khoáng chất xuất hiện trong bê tông. Đối chiếu các chỉ tiêu cơ lý với hồ sơ hoàn công của công trình nếu có.

##### A.2.2.2. Xác định độ đồng nhất về cường độ bê tông

Dùng máy siêu âm theo ASTM C 597- 09, EN 12504-4:2004, BS 1881 part 203:1986 *Standard test method for pulse velocity through concrete* để xác định độ đồng nhất về cường độ của bê tông trên toàn bộ cấu kiện. Hiệu chỉnh lại đường chuẩn của máy siêu âm bằng các mẫu nôn khoan sau khi gia công trong phòng thí nghiệm. Xác định cường độ trung bình thực tế của bê tông trên toàn bộ kết cấu và tính toán hệ số biến động của cường độ bê tông tại thời điểm bị ăn mòn.



### **A.2.2.3. Xác định lượng chất xâm thực hoặc mức độ các bộ nát hóa bê tông theo chiều sâu**

Dùng lấy bột tới chiều sâu 100 mm phân thành từng lớp 20 mm. Phân tích các chỉ tiêu cơ bản như pH, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> v.v... của nước chiết từ bột khoan ở từng lớp theo ASTM D 1293-95, ASTM C 1152-94.

### **A.2.3. Khảo sát chi tiết các kết cấu bê tông cốt thép**

**A.2.3.1.** Phần khảo sát bê tông tiến hành như A.2.2. Xây dựng bổ sung chiều dày lớp bê tông bảo vệ và sự đồng đều của chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép trên kết cấu bằng các thiết bị điện tử theo BS 1881 part 204:1988. Kết hợp đục cục bộ một vài vị trí để kiểm tra lại các kết quả đã đo.

**A.2.2.2.** Dùng thiết bị điện tử để xác định đường kính cốt thép nằm trong bê tông theo BS 1881 part 204:1998 hoặc đục lộ cốt thép ở một vài vị trí để xác định đường kính thực tế. So sánh với hồ sơ hoàn công nếu có.

**A.2.3.3.** Dùng thiết bị chuyên dùng để đo độ gỉ của cốt thép trong bê tông (CANIN - đo điện thế của cốt thép) kết hợp đục lộ cốt thép để xác định mức độ gỉ của cốt thép theo ASTM C 876-91. Tại các vị trí cốt thép bị gỉ, cạo sạch gỉ và đo đường kính còn lại bằng thước kẹp cơ khí.

**A.2.3.4.** Dùng kính phóng đại chính xác tới 0,001 mm để đo độ rộng các vết nứt nhìn thấy.

### **A.2.4. Đánh giá mức độ hư hỏng**

#### **A.2.4.1. Xác định khả năng chịu lực còn lại của kết cấu**

Dựa vào cường độ trung bình của bê tông trên cấu kiện, độ đồng nhất về cường độ, xác định giá trị cường độ tiêu chuẩn và cường độ tính toán của bê tông trên cấu kiện theo TCVN 5574:1991. Căn cứ vào sơ đồ làm việc, hiện trạng hư hỏng của kết cấu, đường kính cốt thép còn lại, chiều dày lớp bảo vệ thực tế đã xác định, tiến hành kiểm tra xác định khả năng chịu lực còn lại của kết cấu. Trên cơ sở đó phân chia các kết cấu hoặc bộ phận kết cấu thành hai nhóm:

- 1) Cần gia cố tăng cường khả năng chịu lực, bao gồm các cấu kiện đã bị ăn mòn và hư hỏng nặng;
- 2) Không cần gia cố tăng cường khả năng chịu lực, bao gồm các cấu kiện hư hỏng nhẹ hoặc chưa bị hư hỏng.

#### **A.2.4.2. Xác định mức độ và khả năng chống ăn mòn của kết cấu**

1) Đối với kết cấu bê tông, phân thành 03 mức:

a) Đã bị ăn mòn: Khi đã xuất hiện dấu hiệu hư hỏng như đã nêu trong A.1.1 hoặc chưa có dấu hiệu này nhưng hàm lượng SO<sub>3</sub> trong bê tông đã vượt quá 6 % khối lượng xi măng trong bê tông;

b) Không còn khả năng chống lại sự ăn mòn của môi trường: Khi các tính chất cơ lý của bê tông không còn thỏa mãn yêu cầu trong Bảng 1, và 2;

c) Chưa bị ăn mòn: Khi chưa thấy dấu hiệu hư hỏng bên ngoài, cường độ, độ chống thấm của bê tông vẫn thỏa mãn yêu cầu của Bảng 1 và 2.

2) Đối với bê tông cốt thép có thể chia thành 03 mức:

a) Đã bị ăn mòn, bê tông không còn đủ khả năng bảo vệ cốt thép: Khi xuất hiện các dấu hiệu hư hỏng đã nêu trong A.1.2 hoặc hàm lượng SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> quy đổi ra SO<sub>3</sub> trong bê tông đã vượt quá 6 % khối lượng xi măng, tại vùng lân cận cốt thép hàm lượng Cl<sup>-</sup> > 1,0 kg/m<sup>3</sup> hoặc pH < 11,0; cốt thép xác định theo A.2.3.3 đã bị gỉ cục bộ nhưng hao tổn tiết diện chưa có vị trí nào đạt đến 5 %;

b) Không còn đủ khả năng chống lại sự ăn mòn của môi trường: Khi cường độ, độ chống thấm của bê tông, chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép, bề rộng vết nứt không còn thỏa mãn so với Bảng 1 và 2; cốt thép xác định theo A.2.2.3 bị gỉ trên diện rộng và có vị trí hao tổn tiết diện đến trên 5 %;

c) Chưa bị ăn mòn: Khi chưa thấy các dấu hiệu hư hỏng bên ngoài; thép chưa bị gỉ cục bộ, bê tông có các chỉ tiêu đảm bảo yêu cầu của Bảng 1 và 2.

#### **A.2.4.3. Đánh giá về điều kiện làm việc của kết cấu**

Điều kiện làm việc của kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy lợi vùng ven biển có thể phân làm 02 loại:

- 1) Có yếu tố gây tăng tốc độ ăn mòn như kết cấu làm việc trong điều kiện không đúng quy định của thiết kế ban đầu, bị thấm, nứt, quá tải, đọng nước, tích tụ bụi bẩn, ẩm ướt kéo dài...;
- 2) Không có các yếu tố như trên.

### **A.3. Thiết kế sửa chữa**

Thiết kế sửa chữa các kết cấu đã bị hư hỏng do ăn mòn gây ra nên thực hiện đồng thời các bước sau đây:

#### **A.3.1. Đảm bảo điều kiện làm việc của kết cấu**

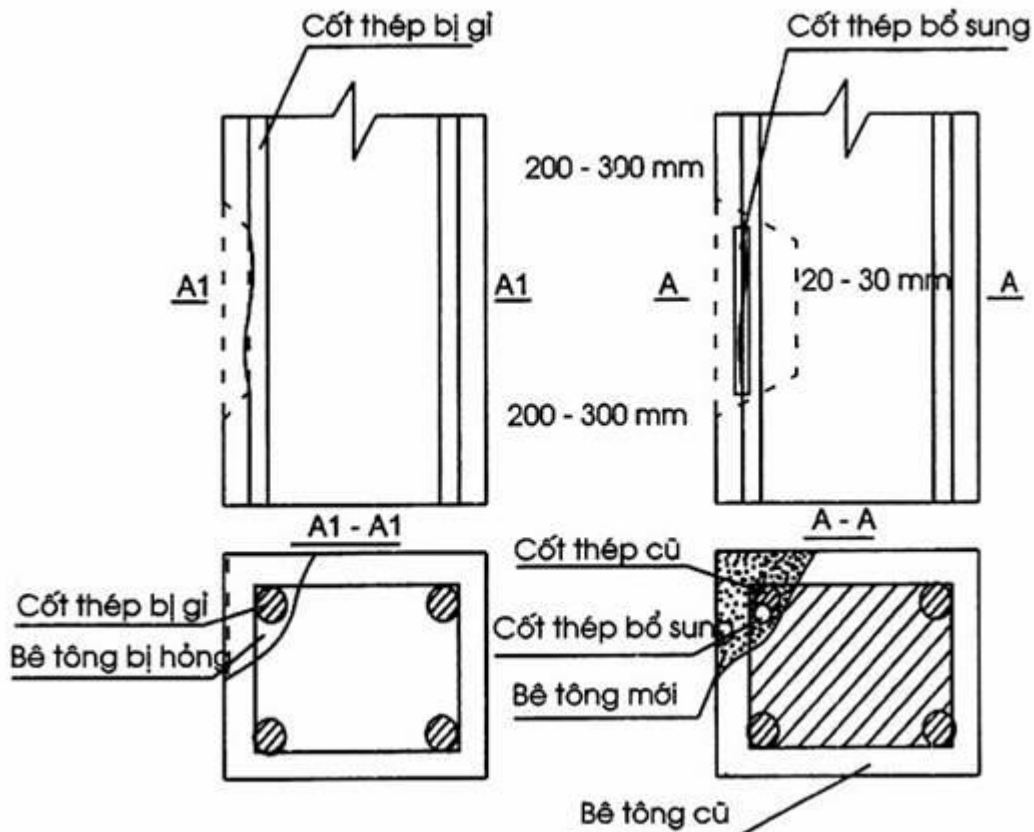
Để khôi phục điều kiện làm việc bình thường của kết cấu, trong phương án thiết kế nên có biện pháp ngăn chặn hoặc loại bỏ các yếu tố gây tăng tốc độ ăn mòn như đã nêu trong A.2.4.3.

#### **A.3.2. Gia cố phục hồi khả năng chịu lực của kết cấu**

Căn cứ vào tính toán theo A.2.4.1 để xác định mức độ gia cố cho kết cấu. Các phương án gia cố thường dùng đối với bê tông cốt thép bị hư hỏng do ăn mòn như sau:

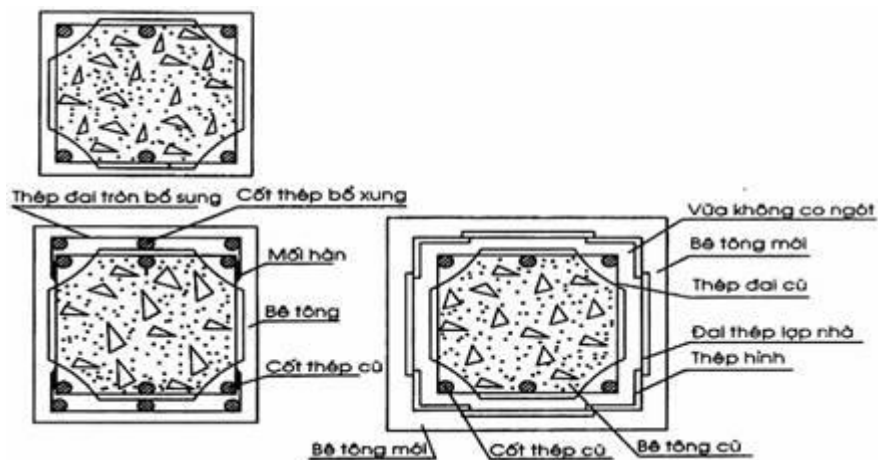
##### **A.3.2.1. Bổ sung cốt thép chịu lực bị hư hỏng cục bộ (không mở rộng tiết diện)**

- 1) Tiết diện cốt thép cần bổ sung xác định theo tính toán;
- 2) Liên kết thép cũ với thép mới bổ sung bằng hàn buộc, chiều dài mối hàn, mật độ nút buộc tuân thủ các quy phạm hiện hành. Thực hiện cho cả thép đai và thép cốt chủ (Hình A.1)



Hình A.1 – Bổ sung cốt thép bị hư hỏng cục bộ nhưng không mở rộng tiết diện kết cấu  
 A.3.3.3. Gia cố bằng thép hình hoặc thép tròn có mở rộng tiết diện kết cấu

Áp dụng khi phải gia cố toàn bộ kết cấu chịu lực lớn (Hình A.2).



Hình A.2 – Gia cố mở rộng tiết diện kết cấu

A.3.2.3. Gia cố bằng thép kéo căng

1) Khoan xuyên kết cấu tạo hố luồn cáp và mỏ neo, luồn cáp vào cấu kiện và thực hiện căng cáp trong kết cấu, sau đó bơm chèn vữa xi măng vào hố cáp để bảo vệ cáp;

2) Lắp đặt các mỏ neo, luồn cáp ngoài và căng cốt thép bên ngoài kết cấu. Cốt thép được bảo vệ bằng mỡ bơm vào trong ống luồn cáp.

### **A.3.3. Bảo vệ chống ăn mòn lâu dài cho kết cấu**

#### **A.3.3.1. Đối với các kết cấu bê tông**

1) Nếu bê tông đã bị ăn mòn cục bộ [đánh giá theo A.2.4.2 1)], đục bỏ phần bê tông đã bị ăn mòn, làm đầy các vị trí đã đục bỏ bằng lớp bê tông mới thỏa mãn những yêu cầu trong Bảng 1 và 2 trong tiêu chuẩn này;

2) Nếu bê tông đã bị ăn mòn trên toàn bộ bề mặt, không còn đủ khả năng chống ăn mòn [đánh giá theo A.2.4.2 1)], phải đục bỏ hết lớp bê tông đã hư hỏng và tạo lớp bê tông mới bảo vệ bổ sung toàn bộ mặt ngoài của kết cấu. Cách làm tương tự như đối với bê tông cốt thép theo A.3.3.2 2).

#### **A.3.3.2. Đối với các kết cấu bê tông cốt thép**

1) Trong trường hợp kết cấu đã bị ăn mòn hoặc bê tông không còn khả năng bảo vệ cốt thép.

a) Nếu kết cấu chỉ bị hư hỏng cục bộ: đục tẩy lớp bê tông bị bong lở xung quanh khu vực cốt thép bị gỉ, đánh gỉ cốt thép, chú ý bỏ cả lớp bê tông bị nhiễm các tác nhân xâm thực sau cốt thép, tối thiểu 20/30 mm. Chèn đầy các vị trí đã đục bỏ bằng cách đổ lại bê tông, bê tông phun khô, vữa trát có mác và độ chống thấm cao, bê tông phun khô kết hợp vữa trát, vữa bơm. Bê tông hoặc vữa mới dùng để sửa chữa phải có các tính năng thỏa mãn yêu cầu ở Bảng 1 và 2;

b) Nếu bê tông mất khả năng bảo vệ cốt thép trên diện rộng tại nhiều vị trí của kết cấu, đặc biệt khi bê tông đã bị nhiễm nặng các tác nhân xâm thực của môi trường thì phải thiết kế chống ăn mòn cho toàn bộ kết cấu theo các biện pháp sau đây:

- Bảo vệ mặt ngoài của kết cấu.

+ Dùng lớp bê tông thường có lưới thép cấu tạo. Lưới thép loại  $\phi$  4 mm đến 6 mm ô đan 150 mm đến 200 mm liên kết tốt với kết cấu cũ. Chiều dày bê tông đổ mới tối thiểu 60 mm, trong đó chiều dày bê tông bảo vệ cốt thép không nhỏ hơn giá trị trong Bảng 1 và 2. Phương án này nên áp dụng cho sửa chữa các kết cấu nền, kết cấu bản hoặc mặt khối đỡ lớn có độ nghiêng  $\leq 30^\circ$ .

+ Có thể dùng bằng lớp bê tông phun khô có lưới thép cấu tạo. Lưới thép loại  $\phi$  1 mm, đan ô 15 mm đến 25 mm được liên kết tốt với kết cấu cũ. Chiều dày lớp bê tông phun tối thiểu tính tới lưới thép cấu tạo và mác bê tông phun phù hợp với yêu cầu trong Bảng 1 và 2. Phương án này nên áp dụng cho các kết cấu đứng, kết cấu trần.

+ Có thể dùng bằng lớp bê tông phun khô kết hợp vữa trát có lưới thép cấu tạo. Lưới thép loại  $\phi$  1 mm, đan ô 15 mm đến 25 mm được liên kết tốt với kết cấu bên trong. Chiều dày lớp bê tông phun tối thiểu tính tới lưới thép cấu tạo và mác bê tông phun phù hợp với yêu cầu trong Bảng 1 và 2. Phương án này nên áp dụng cho các kết cấu đứng, kết cấu trần có yêu cầu hoàn thiện bề mặt cao.

- Bảo vệ catốt, phương pháp này chỉ áp dụng để bảo vệ các kết cấu thép khỏi bị ăn mòn khi không thể bảo vệ bằng phương pháp thông thường được. Phương pháp này sẽ có hướng dẫn riêng.

2) Trong trường hợp chiều dày lớp bê tông bảo vệ mỏng, không đạt mác chống thấm:

a) Đối với các kết cấu có lớp bê tông bảo vệ mỏng, không đạt mác chống thấm như yêu cầu ở Bảng 1 và 2, thì có thể 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 và các tác nhân xâm thực vào kết cấu. Chiều dày lớp bê tông, vữa chống thấm mới phải được tính toán sao cho tổng chiều dày lớp bảo vệ cũ và mới đạt yêu cầu tối thiểu như trong Bảng 1 và 2. Phương án bảo vệ bằng sơn chống thấm phủ bề mặt được thiết kế theo chỉ dẫn riêng (ACI 515.1R - 79a).

b) Đối với các kết cấu có vết nứt rộng quá giới hạn cho phép, để bảo vệ cốt thép cần trám bịt vết nứt ngăn không cho các tác nhân xâm thực, không khí, hơi ẩm từ môi trường trực tiếp gây gỉ cốt

thép. Tùy thuộc vào khả năng tiếp tục biến dạng, độ rộng và chiều sâu của vết nứt có thể lựa chọn một trong những cách làm sau:

- Trám miệng vết nứt bằng vữa xi măng mác cao, vữa epoxy vào các vết nứt nông, không biến dạng;
- Bơm keo epoxy độ nhớt nhỏ vào các vết nứt nhỏ, sâu, khô ráo;
- Trám miệng vết nứt bằng vữa xi măng mác cao, bơm keo PU (polyurethane) vào các vết nứt nhỏ, sâu, bị thấm nước;
- Nếu vết nứt vẫn chưa ổn định thì phải phun và bịt miệng vết nứt bằng vật liệu đàn hồi.

c) Đối với các vết nứt có chiều rộng  $\geq 0,5\text{mm}$ , các vết rỗ, mạch ngừng thấm nước hoặc các khuyết tật lớn có thể kết hợp gia cố kết cấu và bảo vệ cốt thép bằng bơm ép hồ.

#### **A.4. Thi công sửa chữa**

Trong công tác thi công sửa chữa các kết cấu bê tông, bê tông cốt thép công trình thủy lợi vùng ven biển bị ăn mòn, ngoài việc phải tuân theo các quy phạm kỹ thuật hiện hành cần chú ý:

**A.4.1.** Khi sửa chữa hoặc gia cố các kết cấu đã bị ăn mòn, đặc biệt là những kết cấu đã bị giảm khả năng chịu lực, nhất thiết phải 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 tải lớn có thể chia ra xử lý từng phần tiết diện.

#### **A.4.2. Tẩy gỉ cốt thép**

Cốt thép phải được đánh sạch gỉ bằng bàn chải sắt, hoặc phun cát. Khi cần sơn chống gỉ cốt thép phải đáp ứng yêu cầu của tiêu chuẩn ASTM D 3963/D 3963M - 93a.

#### **A.4.3. Liên kết giữa bê tông, vữa mới và bê tông cũ**

Để đảm bảo liên kết tốt giữa lớp bê tông hoặc vữa sửa chữa với lớp bê tông cũ cần làm như sau:

- 1) Đục nhám bề mặt bê tông cũ, rửa sạch bề mặt bằng nước, để ráo nước sau đó mới thi công;
- 2) Quét lên bề mặt bê tông cũ một lớp chất liên kết đáp ứng tiêu chuẩn ASTM C 1509-90. Sau đó thi công sửa chữa được thực hiện ngay khi lớp liên kết còn chưa bị khô.

#### **A.4.4. Thi công bê tông và vữa sửa chữa**

- 1) Đổ bê tông: Thực hiện theo TCVN 4453:1995. Nên sử dụng cốt liệu lớn có 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 của kết cấu;
- 2) Bơm vữa lỏng có gốc xi măng, không co ngót, theo hướng dẫn của nhà sản xuất hoặc theo các quy định hiện hành.
- 3) Phun bê tông khô, thực hiện theo “Bê tông phun khô - Chỉ dẫn kỹ thuật thi công và nghiệm thu”.
- 4) Trát vữa: áp dụng để sửa chữa các khuyết tật nhỏ và cục bộ. Trát làm nhiều lớp, chiều dày mỗi lớp trát không quá 20 mm.
- 5) Bảo dưỡng bê tông và vữa sửa chữa thực hiện theo TCVN 5592:1991.