

**TCVN 9341:2012**

Xuất bản lần 1

**BÊ TÔNG KHỐI LỚN –  
THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

*Mass concrete - Practice of construction and acceptance*

**HÀ NỘI – 2012**



## Mục lục

1	Phạm vi áp dụng.....	5
2	Tài liệu viện dẫn.....	5
3	Thuật ngữ và định nghĩa.....	5
4	Yêu cầu giải pháp chống nứt cho bê tông khối lớn .....	6
5	Yêu cầu đối với thi công bê tông khối lớn .....	6
6	Thi công bê tông khối lớn.....	7
6.1	Nguyên tắc chung .....	7
6.2	Sử dụng vật liệu .....	7
6.3	Thiết kế thành phần bê tông.....	9
6.4	Quy trình thi công bê tông khối lớn.....	9
6.5	Công tác cốp pha .....	10
6.6	Biện pháp chống nứt trong thi công bê tông khối lớn .....	11
6.7	Biện pháp hạn chế tốc độ phát nhiệt thủy hóa của xi măng trong bê tông .....	11
6.8	Biện pháp hạn chế độ chênh nhiệt độ khối bê tông .....	13
6.9	Công tác kiểm tra .....	18
7	Công tác nghiệm thu.....	19
8	Ghi chép và lưu giữ hồ sơ .....	19

**Lời nói đầu**

**TCVN 9341:2012** được chuyển đổi từ TCXDVN 305:2004 thành Tiêu chuẩn quốc gia theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm b khoản 2 Điều 7 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 01/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

**TCVN 9341:2012** do Viện Khoa học Công nghệ 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.

## **Bê tông khối lớn - Thi công và nghiệm thu**

*Mass concrete - Practice of construction and acceptance*

### **1 Phạm vi áp dụng**

Quy phạm này áp dụng cho việc thi công và nghiệm thu các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép khối lớn bằng bê tông nặng thông thường thuộc các công trình công nghiệp, dân dụng và thủy lợi, nhằm khắc phục tình trạng nứt kết cấu do hiệu ứng nhiệt thủy hóa của xi măng.

Tiêu chuẩn này thay thế 6.8 của TCVN 4453:1995.

### **2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau là 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 các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 4453:1995, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối - Quy phạm thi công và nghiệm thu.*

TCVN 4506:2012, *Nước cho bê tông và vữa - 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**

##### **Khối đổ**

Thể tích kết cấu được thi công liên tục trong một đợt đổ bê tông.

#### **3.2**

##### **Phân khối đổ**

Một phần thể tích của kết cấu được chia nhỏ để đổ bê tông trong một đợt đổ.

#### **3.3**

### **Chiều cao lớp đổ**

Chiều dày lớp bê tông được quy định để có thể đầm một lần bằng thiết bị đầm hiện có.

### **3.4**

### **Chiều cao đợt đổ**

Kích thước theo chiều cao của kết cấu được quy định để đổ bê tông liên tục trong một đợt đổ.

### **3.5**

### **Độ chênh nhiệt độ ( $\Delta T$ )**

Mức chênh nhiệt độ giữa các điểm trong khối bê tông. Đơn vị tính là độ celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ).

### **3.6**

### **Mô đun độ chênh nhiệt độ (MT)**

Mức chênh nhiệt độ giữa hai điểm trong khối bê tông cách nhau 1 m. Đơn vị tính là độ celsius trên mét ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ).

## **4 Yêu cầu giải pháp chống nứt cho bê tông khối lớn**

Kết cấu bê tông hoặc bê tông cốt thép được coi là khối lớn khi có kích thước đủ để gây ra ứng suất kéo, phát sinh do hiệu ứng nhiệt thủy hoá của xi măng, vượt quá giới hạn kéo của bê tông, làm nứt bê tông, và do đó cần phải có biện pháp để phòng ngừa vết nứt.

**Trong điều kiện khí hậu nóng ẩm Việt Nam kết cấu có cạnh nhỏ nhất (a) và chiều cao (h) lớn hơn 2 m có thể được xem là khối lớn.**

Đối với các kết cấu có dạng ngàm hoặc kết cấu có hình khối phức tạp thì kích thước khối lớn sẽ do người thiết kế xem xét quyết định.

Khi kết cấu có kích thước vượt quá giới hạn trên thì cần phải có giải pháp phòng ngừa nứt bê tông ngay từ trong khâu thiết kế và chuẩn bị thi công. Cụ thể là:

- Khi a và h đến 1 m: Không cần cấu tạo cốt thép chống nứt bê tông;
- Khi a và h đến 2 m: Nên có cấu tạo cốt thép chống nứt bê tông;
- **Khi a và h trên 2 m: Cần có thiết kế cốt thép chống nứt và biện pháp phòng ngừa vết nứt trong thi công.**

## **5 Yêu cầu đối với thi công bê tông khối lớn**

Thi công kết cấu bê tông khối lớn phải đảm bảo đạt được bê tông có cường độ, độ đặc chắc, độ chống thấm theo yêu cầu thiết kế và không bị nứt do hiệu ứng nhiệt thủy hóa của xi măng trong bê tông sau khi thi công.

Đơn vị thi công cần có biện pháp cụ thể để thực thi giải pháp phòng chống nứt do thiết kế đề ra bao gồm: chuẩn bị vật tư, thiết kế thành phần bê tông, trộn, vận chuyển, đổ đầm, và bảo dưỡng bê tông, nhằm đảm bảo kết cấu sẽ không bị nứt do hiệu ứng nhiệt thủy hóa của xi măng trong quá trình đóng rắn của bê tông.

## **6 Thi công bê tông khối lớn**

### **6.1 Nguyên tắc chung**

Thi công bê tông khối lớn cần được thực hiện theo chỉ dẫn của TCVN 4453:1995 và của tiêu chuẩn này.

Nhà thầu cần đặc biệt quan tâm tới biện pháp phòng chống nứt khối bê tông do hiệu ứng nhiệt thủy hóa của xi măng trong quá trình đóng rắn của bê tông.

### **6.2 Sử dụng vật liệu**

#### **6.2.1 Xi măng**

Xi măng dùng cho bê tông khối lớn nên chọn các loại sau đây:

- Xi măng poóc lăng thông thường, có lượng nhiệt thủy hóa sau 7 ngày không lớn hơn 293,02 J/g.
- Xi măng ít tỏa nhiệt, có lượng nhiệt thủy hóa sau 7 ngày không lớn hơn 251,16 J/g.
- Xi măng ít tỏa nhiệt thường phải dùng cho các công trình có yêu cầu đặc biệt về an toàn và chống thấm.
- Xi măng pooc lăng - puzzolan, hoặc xi măng pooc lăng - xỉ. Các xi măng này nên sử dụng cho các công trình xây dựng ở vùng ven biển có tiếp xúc với nước chua phèn.

CHÚ THÍCH: Có thể dùng bột puzzolan hoặc bột xỉ lò cao đã nghiền mịn trộn với xi măng pooc lăng thường theo một tỷ lệ nhất định để có xi măng pooc lăng-puzzolan, hoặc xi măng pooc lăng-xỉ. Nhưng cần làm thí nghiệm xác định tính năng yêu cầu của hỗn hợp xi măng trong quá trình thiết kế thành phần bê tông.

#### **6.2.2 Cốt liệu**

##### **6.2.2.1 Cát**

Cát dùng cho bê tông khối lớn là cát sông hoặc cát đập từ đá, có mô đun độ lớn không nhỏ hơn 2,2. Ngoài ra cát cần có chất lượng thỏa mãn các yêu cầu ghi trong TCVN 7570:2006 hoặc trong các tiêu chuẩn hiện hành khác về chất lượng cát cho bê tông.

##### **6.2.2.2 Đá dăm, sỏi**

## **TCVN 9341:2012**

Đá dăm hoặc sỏi, dùng cho bê tông khối lớn có kích thước hạt ( $D_{max}$ ) không nhỏ hơn 10 mm và không lớn hơn 150 mm. Kích thước hạt ( $D_{max}$ ) của đá dăm, sỏi phải đảm bảo không vượt quá một phần ba khoảng cách nhỏ nhất giữa các cốt thép, và không lớn hơn khoảng cách từ cốt thép biên tới thành cốt pha. Khi hỗn hợp bê tông được vận chuyển trong ống bơm thì kích thước hạt ( $D_{max}$ ) của cốt liệu lớn phải không vượt quá một phần ba đường kính ống bơm.

Ngoài các yêu cầu trên, đá dăm, sỏi dùng cho kết cấu bê tông khối lớn phải thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật ghi trong TCVN 7570:2006 hoặc trong các tiêu chuẩn hiện hành khác về chất lượng cốt liệu lớn dùng cho bê tông.

### **6.2.3 Nước**

Nước dùng để trộn bê tông, bảo dưỡng bê tông và làm lạnh khối bê tông cần thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật quy định trong TCVN 4506:2012, hoặc các tiêu chuẩn hiện hành khác về chất lượng nước cho bê tông và vữa.

### **6.2.4 Phụ gia**

**6.2.4.1** Các phụ gia sau đây thường dùng trong bê tông khối lớn:

- Phụ gia cuốn khí;
- Phụ gia giảm nước (phụ gia dẻo hóa, dẻo hóa cao, hay siêu dẻo);
- Phụ gia chậm ninh kết.

Phụ gia sử dụng cần có chứng chỉ chất lượng của nhà sản xuất, và phải có thử nghiệm tính năng của phụ gia trong quá trình thiết kế thành phần bê tông.

**6.2.4.2** Phụ gia dùng cho bê tông khối lớn cần đạt hiệu quả sau đây đối với hỗn hợp bê tông:

- Tăng độ công tác hoặc giảm lượng nước trộn;
- Kéo dài thời gian ninh kết bê tông;
- Điều khiển được độ tách nước;
- Giảm độ phân tầng;
- Giảm mức tổn thất độ sụt theo thời gian.

**6.2.4.3** Phụ gia dùng cho bê tông khối lớn cần đạt hiệu quả sau đây đối với bê tông ở trạng thái đóng rắn:

- Giảm tốc độ phát nhiệt thủy hóa của xi măng khi đóng rắn;
- Giảm hàm lượng xi măng trong bê tông;
- Tăng cường độ bê tông;
- Tăng độ chống thấm nước của bê tông;



- Tăng độ chống mài mòn của bê tông.

### 6.3 Thiết kế thành phần bê tông

Thành phần bê tông khối lớn được thiết kế như đối với bê tông nặng thông thường. Ngoài ra, cần đảm bảo những yêu cầu sau đây trong quá trình thiết kế thành phần bê tông khối lớn:

- Thành phần bê tông phải đảm bảo nhận được bê tông có cường độ và độ chống thấm đạt yêu cầu thiết kế. Bê tông phải sử dụng được các vật liệu sẵn có tại địa phương, đạt được yêu cầu về độ công tác để dễ thi công, và có hàm lượng xi măng ít nhất;

- Khuyến khích chọn kích thước cốt liệu lớn đến mức lớn nhất có thể, để giảm lượng xi măng sử dụng. Kích thước cốt liệu lớn cần được chọn cho từng bộ phận kết cấu để đảm bảo sử dụng thích hợp và kinh tế.

- Để giảm lượng dùng xi măng trong bê tông, đối với các công trình có nhu cầu chịu tải muộn hơn 28 ngày tuổi, có thể thiết kế mác bê tông ở tuổi 60, 90 ngày đến 1 năm (thí dụ đối với đập trọng lực bằng bê tông);

- Với trang thiết bị thi công hiện có, cần thiết kế thành phần bê tông với độ sụt thấp nhất đến mức có thể;

- Đối với những công trình có điều kiện thì nên sử dụng kỹ thuật đầm lăn để thi công bê tông. Khi đó việc thiết kế thành phần bê tông đầm lăn sẽ cho phép giảm đáng kể lượng dùng xi măng.

### 6.4 Quy trình thi công bê tông khối lớn

#### 6.4.1 Định lượng và trộn bê tông

Việc định lượng vật liệu bằng cân đong và trộn bê tông được tiến hành tại các trạm trộn bằng các thiết bị chuyên dùng. Độ chính xác cân đong, thời gian trộn, chu kỳ trộn được quy định theo kinh nghiệm của trạm trộn.

#### 6.4.2 Vận chuyển bê tông

Bê tông được vận chuyển đến công trình bằng xe trộn, ống bơm, băng chuyền. Khi vận chuyển bằng ống bơm hoặc băng chuyền thì cần có biện pháp che chắn để bê tông không bị nung nóng bởi bức xạ mặt trời. Thời gian chờ bê tông không nên quá 1,5 h. Được phép tối đa đến 4 h. Cứ sau 0,5 h phải trộn lại 1 lần và trước khi đổ phải trộn lại bê tông. Nếu vận chuyển bằng bơm thì trong thời gian chờ bê tông, cứ 0,5 h lại phải đẩy bê tông trong ống bơm dịch đi khoảng 200 mm.

Bê tông được chuyển đến chỗ đổ bằng xe trộn đổ trực tiếp, ống bơm, băng chuyền, cần cầu.

#### 6.4.3 Đổ và đầm

## **TCVN 9341:2012**

**6.4.3.1** Bê tông khối lớn được đổ và đầm theo phương pháp dùng cho bê tông nặng thông thường (TCVN 4453:1995). Ngoài ra cần đảm bảo những yêu cầu sau đây:

- Chiều cao mỗi đợt đổ: Một đợt đổ liên tục có chiều cao không quá 1,5 m. Thời gian chờ để đổ tiếp đợt phía trên không ít hơn 4 ngày đêm tính từ lúc đổ xong đợt đổ dưới;
- Chiều cao lớp đổ: Chiều cao mỗi lớp đổ được quy định tùy theo đặc điểm của kết cấu và thiết bị thi công nhưng không nên vượt quá 500 mm. Các lớp đổ cần được đổ và đầm liên tục quay vòng cho tới khi đạt đủ chiều cao của một đợt đổ. Thời gian quay một vòng lớp đổ không nên quá 1 h vào mùa hè và 2 h vào mùa đông, tùy theo thời tiết;
- Thi công ban đêm: Vào mùa hè, đổ bê tông ban đêm có tác dụng hạn chế tốc độ phát nhiệt thủy hóa của xi măng.

**6.4.3.2** Đối với các kết cấu dùng bê tông đầm lăn thì quy trình thi công, chiều cao lớp đổ được người thi công xác định tùy theo đặc tính của thiết bị đầm lăn.

**6.4.3.3** Xử lý bề mặt bê tông đợt đổ trước: Bề mặt bê tông của mỗi đợt đổ cần phải được giữ gìn để tránh những tác động cơ học (như đi lại, kéo thiết bị đi qua, va đập ...), và tránh làm bẩn bề mặt bê tông (như rơi vãi vật liệu, rác, dầu mỡ ...).

Trước khi đổ tiếp đợt sau, bề mặt đợt trước cần được làm nhám, rửa sạch, tưới nước xi măng. Xong trải một lớp vữa xi măng cát dày từ 10 mm đến 15 mm có thành phần giống như vữa xi măng cát trong bê tông. Đổ bê tông đến đâu, trải vữa xi măng cát đến đấy. Khi dùng chất trợ dính để xử lý bề mặt bê tông thì thực hiện theo chỉ dẫn của nhà sản xuất chất trợ dính.

CHÚ THÍCH: Đối với các công trình có yêu cầu chống thấm cao (thí dụ các đập thủy lợi), tại nơi tiếp giáp các đợt đổ có thể phải khoan phun ép hồ xi măng sau khi dỡ cốp pha.

### **6.4.4 Bảo dưỡng bê tông**

**6.4.4.1** Bảo dưỡng bằng tưới nước tham khảo theo yêu cầu của TCXDVN 391:2007. Việc tưới nước phải đáp ứng yêu cầu thoát nhiệt nhanh khỏi khối bê tông. Vì vậy chu kỳ tưới nước cần đảm bảo sao cho bề mặt bê tông luôn ướt. Nhiệt độ nước tưới và nhiệt độ bề mặt bê tông không nên chênh nhau quá 15 °C.

**6.4.4.2** Bảo dưỡng bằng bọc vật liệu cách nhiệt được thực hiện theo chỉ dẫn ở 6.8.2.

**6.4.4.3** Vào mùa hè, để hạn chế việc thúc đẩy quá trình thủy hóa xi măng làm tăng nhiệt độ bê tông, khối bê tông đổ xong cần được che chắn nắng chiếu trực tiếp trong thời gian khoảng 2 tuần lễ đầu tiên.

## **6.5 Công tác cốp pha**

**6.5.1** Cốp pha cho bê tông khối lớn, ngoài việc đảm bảo về độ chính xác hình học, vị trí, độ kín khít để

chống mất nước xi măng, độ cứng và độ ổn định dưới tải trọng thi công theo yêu cầu của TCVN 4453:1995, còn cần đảm bảo những yêu cầu sau đây:

Đối với kết cấu bê tông được bảo dưỡng bằng tưới nước, để thoát nhiệt nhanh thì nên dùng cốt pha thép hoặc cốt pha hợp kim. Cốt pha gỗ, thép và hợp kim có thể dùng cho kết cấu có yêu cầu giữ nhiệt thủy hóa trong quá trình bảo dưỡng (theo chỉ dẫn ở 6.8.2).

**6.5.2** Cốt pha thành kết cấu bê tông khối lớn chỉ được tháo khi bê tông đã có tuổi không ít hơn 5 ngày đêm.

## **6.6 Biện pháp chống nứt trong thi công bê tông khối lớn**

### **6.6.1 Yếu tố gây nứt bê tông khối lớn**

Bê tông khối lớn bị nứt do hiệu ứng nhiệt thủy hóa xi măng khi có đủ 2 yếu tố sau đây:

- Độ chênh nhiệt độ ( $\Delta T$ ) giữa các điểm hoặc các vùng trong khối bê tông vượt quá 20 °C.

- Môđun độ chênh nhiệt độ ( $M_T$ ) giữa các điểm trong khối bê tông đạt không dưới 50 °C/m (xem định nghĩa môđun độ chênh nhiệt độ ở 3.6).

Để giám sát hai thông số này trong thi công, cần đặt hệ thống các điểm đo trong khối bê tông để khảo sát diễn biến nhiệt độ bê tông trong quá trình đóng rắn. Trong đó cần phải có các điểm đo tại tâm khối đổ, tại sát cạnh ngoài và tại điểm cách mặt ngoài bê tông từ 400 mm đến 500 mm.

**6.6.2** Để đảm bảo cho khối bê tông không bị nứt thì cần phải có biện pháp kỹ thuật để loại trừ một trong hai yếu tố trên. Biện pháp kỹ thuật ở đây là:

- Hạn chế tốc độ phát nhiệt thủy hóa của xi măng trong bê tông;
- Hạn chế độ chênh lệch nhiệt độ ( $\Delta T$ ).

## **6.7 Biện pháp hạn chế tốc độ phát nhiệt thủy hóa của xi măng trong bê tông**

### **6.7.1 Các yếu tố sau đây cho phép hạn chế tốc độ phát nhiệt thủy hóa của xi măng trong bê tông**

#### **6.7.1.1 Hạn chế lượng dùng xi măng**

Để hạn chế lượng dùng xi măng trong bê tông, có thể thực hiện các giải pháp sau đây:

Thiết kế thành phần bê tông có độ sụt nhỏ nhất tới mức có thể, sử dụng phụ gia để giảm nước trộn bê tông, dùng bê tông đầm lăn.

#### **6.7.1.2 Dùng xi măng ít tỏa nhiệt**

Xem 6.2.1.

#### **6.7.1.3 Hạ nhiệt độ hỗn hợp bê tông**

Nhiệt độ hỗn hợp bê tông trước khi đổ nên khống chế ở mức không cao hơn 25 °C, tốt nhất nên ở mức

không quá 20 °C. Để đạt được nhiệt độ này, nhất là vào mùa hè nắng nóng, cần phải có biện pháp hạ thấp nhiệt độ các vật liệu thành phần của bê tông và nước, và che đậy bảo vệ hỗn hợp bê tông trước khi đổ. Dưới đây là các biện pháp cụ thể:

### **6.7.2 Biện pháp hạ nhiệt độ cốt liệu**

Có thể sử dụng các biện pháp kỹ thuật dưới đây để hạ nhiệt độ vật liệu đầu vào nhằm hạ nhiệt độ hỗn hợp bê tông trước lúc đổ.

#### **6.7.2.1 Che chắn nắng kho chứa cốt liệu**

Các kho chứa cát, đá dăm, sỏi cần được che chắn khỏi tác động trực tiếp của bức xạ mặt trời làm nóng vật liệu chứa trong kho.

#### **6.7.2.2 Phun nước lên đá dăm, sỏi**

Đá dăm, sỏi trong kho chứa được phun nước theo chu kỳ để giữ ướt bề mặt tạo cơ chế nước bay hơi làm hạ nhiệt độ vật liệu.

#### **6.7.2.3 Làm lạnh cát bằng nước lạnh**

Dòng nước lạnh từ máy làm lạnh được chạy qua hộc chứa cát để hạ thấp nhiệt độ cát trước khi trộn, phương pháp này cho phép hạ thấp nhiệt độ hỗn hợp bê tông khoảng 4 °C. Nước đã qua cát sẽ trở về máy làm lạnh để làm lạnh trở lại.

#### **6.7.2.4 Nhúng đá dăm sỏi vào nước lạnh**

Đá dăm, sỏi trong thùng chứa có đáy và thành hở được nhúng vào nước đã được làm lạnh để hạ thấp nhiệt độ vật liệu. Sau đó đổ lên băng tải rung để loại bớt nước thừa trước khi đưa vào máy trộn. Phương pháp này cho phép hạ nhiệt độ hỗn hợp bê tông khoảng 12 °C.

#### **6.7.2.5 Phun nước lạnh lên cốt liệu**

Nước làm lạnh đến khoảng 4 °C được phun lên cát hoặc đá dăm, sỏi chạy trên băng chuyền trước khi vào máy trộn, phương pháp này cho phép hạ nhiệt độ hỗn hợp bê tông khoảng 7 °C.

#### **6.7.2.6 Làm lạnh chân không**

Cát hoặc đá sỏi trong xi lô hay thùng chứa dung tích từ 100 T đến 300 T được tạo chân không (6 mm thủy ngân) để tạo cơ chế hạ thấp nhiệt độ sôi và tăng khả năng hấp thụ nhiệt hóa hơi của nước. Do đó nước dễ dàng bay hơi khỏi cốt liệu làm hạ thấp nhiệt độ cốt liệu. Thời gian nhúng được xác định sao cho lạnh thấm vào hết hạt cốt liệu lớn. Phương pháp này cho phép hạ thấp nhiệt độ hỗn hợp bê tông khoảng 18 °C.

CHÚ THÍCH:

- 1) Tùy theo điều kiện và yêu cầu thi công cụ thể có thể áp dụng một hoặc một số giải pháp hạ nhiệt độ cốt liệu nêu trên.
- 2) Khi thiết kế thành phần bê tông cần phải tính đến lượng nước hấp thụ của cốt liệu khi đã qua xử lý làm lạnh nêu trên.

### 6.7.3 Biện pháp hạ thấp nhiệt độ nước trộn

#### 6.7.3.1 Sử dụng nước đá

Nước đá ở dạng cục được đập nhỏ hoặc ở dạng viên nước đá nhỏ chế sẵn được dùng thay nước trộn bê tông. Tùy theo yêu cầu thi công, có thể thay thế nước đá một phần hay toàn bộ nước trộn. Sử dụng nước đá cho phép hạ thấp nhiệt độ hỗn hợp bê tông khoảng 12 °C.

#### 6.7.3.2 Làm lạnh nước bằng nitrogen lỏng

Nitơ lỏng (ở nhiệt độ âm 196 °C) được dẫn trong hệ thống ống đi qua thùng chứa nước trước khi sử dụng để trộn bê tông. Phương pháp này cho phép hạ thấp nhiệt độ nước trộn có thể xuống tới 1 °C.

### 6.7.4 Che đậy hỗn hợp bê tông

Hỗn hợp bê tông chạy trong ống bơm hay trên băng chuyền hoặc nằm trong thùng vận chuyển bằng cầu vào mùa hè cần được che đậy để tránh tác động trực tiếp của bức xạ mặt trời, làm nóng hỗn hợp bê tông trước khi đổ.

## 6.8 Biện pháp hạn chế độ chênh nhiệt độ khối bê tông

Độ chênh nhiệt độ lớn giữa các phần của khối bê tông là nguyên nhân chủ yếu gây hiệu ứng nhiệt làm nứt bê tông.

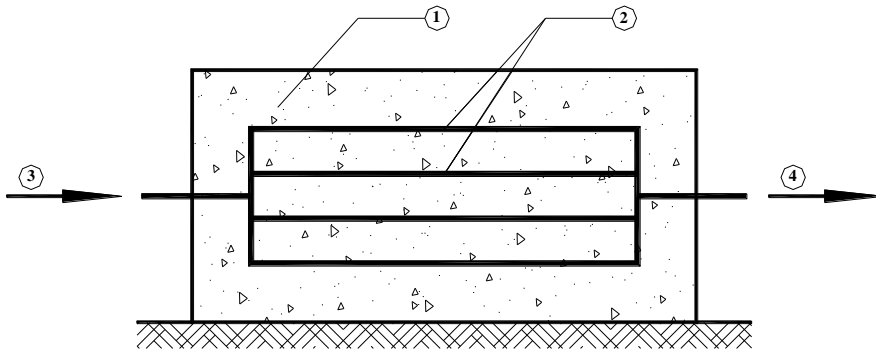
Các biện pháp kỹ thuật sau đây có thể làm giảm độ chênh nhiệt độ của khối bê tông trong những ngày đầu đóng rắn:

- Đưa nhiệt trong khối bê tông ra ngoài;
- Bọc vật liệu cách nhiệt để giữ nhiệt khối đổ;
- Chia nhỏ khối đổ để thi công;
- Chống xung nhiệt khi tháo dỡ cốp pha;
- Chống mất nhiệt nhanh ở các gờ cạnh và góc kết cấu.

Dưới đây là nội dung chi tiết của các biện pháp này.

### 6.8.1 Đưa nhiệt trong khối bê tông ra ngoài

**6.8.1.1** Do nhiệt độ ở tâm khối đổ thường lớn hơn nhiều so với nhiệt độ vùng xung quanh, nên việc đưa nhiệt từ vùng tâm khối đổ thoát ra ngoài sẽ làm giảm độ chênh nhiệt độ giữa lớp bê tông trong và ngoài khối đổ. Có thể thực hiện việc này bằng cách đặt một dàn ống thoát nhiệt bằng kim loại trong lòng khối đổ. Sau đó bơm nước lạnh chạy qua dàn ống để đưa nhiệt trong khối đổ ra ngoài (xem Hình 1). Việc đặt dàn ống này cần phải do các nhà chuyên môn tính toán về phạm vi không gian thoát nhiệt và khả năng trao đổi nhiệt của dàn ống.



CHÚ DẪN:

- 1 Bê tông khối lớn
- 2 Dàn ống dẫn nước
- 3 Hướng nước lạnh đi vào
- 4 Hướng nước đi ra

**Hình 1- Sơ đồ đặt dàn ống thoát nhiệt cho khối lớn bê tông**

**6.8.1.2 Những thông số sau đây của dàn ống có thể được tham khảo để tính toán**

Dùng ống thép có đường kính từ 25 mm đến 30 mm, thành ống dày 1,5 mm, kích thước dàn ống được xác định trên cơ sở kích thước khối bê tông cần thoát nhiệt.

Dùng nước lạnh tự nhiên từ mạng cấp nước thành phố hoặc nước sông, hồ, hoặc nước đã được làm lạnh trước để cấp cho dàn ống.

Tốc độ bơm nước qua dàn cần đạt trong khoảng từ 0,25 l/s đến 0,3 l/s.

Thông thường nhiệt độ nước cấp có thể để ở nhiệt độ không khí tự nhiên. Đối với những công trình cần dùng nước đã được làm lạnh trước thì nhiệt độ nước cấp vào dàn ống có thể để ở khoảng trên 3 °C. Khi cần nước lạnh hơn thì có thể dùng 70 % nước và 30 % propylene glycol (chất chống đóng băng), khi đó nhiệt độ nước cấp có thể thấp ở mức 1 °C.

**6.8.1.3 Dàn ống thoát nhiệt được duy trì hoạt động liên tục trong thời gian trong khoảng từ 7 ngày đến 10 ngày, tùy theo mức yêu cầu thoát nhiệt và hiệu quả thoát nhiệt của dàn ống.**

Cần có biện pháp theo dõi diễn biến nhiệt độ của khối bê tông trong thời gian dàn ống hoạt động.

**6.8.1.4 Xử lý dàn ống thoát nhiệt sau khi ngừng hoạt động**

Sau khi kết thúc quá trình thoát nhiệt khối bê tông, dàn ống thoát nhiệt được bơm rửa sạch trong lòng ống, đuổi hết nước ra khỏi dàn ống và bơm ép vữa xi măng cát lấp đầy tất cả các ống của dàn. Vữa xi măng cát có cường độ không thấp hơn cường độ vữa trong bê tông. Khi vữa đã đóng rắn thì cắt bỏ các phần ống thừa ra ngoài khối bê tông.

CHÚ THÍCH: Kết cấu của dàn ống thoát nhiệt phải được thiết kế sao cho đảm bảo việc bơm vữa sau này được thực hiện dễ dàng, không gây ách tắc trong quá trình bơm.

**6.8.2 Bọc vật liệu cách nhiệt để giữ nhiệt khối đổ**

**6.8.2.1 Nguyên tắc chung**

Biện pháp bọc vật liệu cách nhiệt cho phép giữ cho nhiệt thủy hóa của xi măng không thoát ra ngoài, mà tích tụ trong khối bê tông và cân bằng nhiệt giữa vùng tâm với vùng xung quanh khối đổ. Biện pháp này chỉ được áp dụng đối với các kết cấu bê tông có khối tích cho phép đổ liên tục và kết thúc trong thời gian không quá 2 ngày đêm.

### 6.8.2.2 Vật liệu cách nhiệt sử dụng

Có thể dùng các vật liệu cách nhiệt sau đây để bọc xung quanh khối đổ:

a) Vật liệu tấm:

Tấm xốp polystyrene dày từ 40 mm đến 50 mm, có khối lượng thể tích không nhỏ hơn 20 kg/m<sup>3</sup>. (Dùng để bọc bề mặt và thành bê tông).

Tấm bông khoáng có chiều dày từ 70 mm đến 100 mm (dùng để bọc bề mặt và thành bê tông).

b) Vật liệu rời:

Hạt polystyrene xốp với chiều dày không nhỏ hơn 100 mm (dùng để phủ bề mặt bê tông).

Trấu thóc với chiều dày không nhỏ hơn 150 mm (dùng để phủ mặt bê tông).

CHÚ THÍCH: Các vật liệu cách nhiệt trên cần phải giữ ở trạng thái khô, độ ẩm không lớn hơn 12 %.

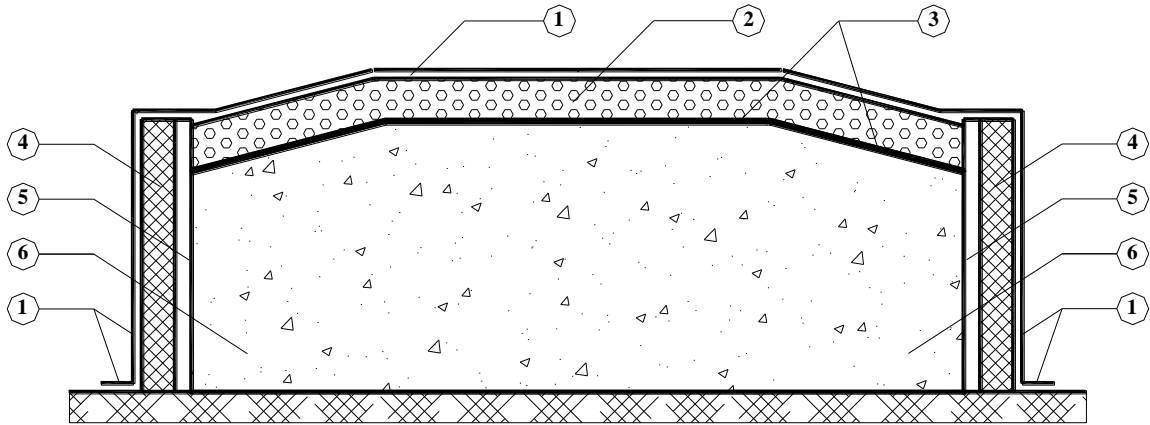
### 6.8.2.3 Quy trình bọc vật liệu cách nhiệt

a) Bọc thành xung quanh khối đổ: vật liệu tấm cách nhiệt được bọc áp sát mặt ngoài cốt pha thành trước lúc đổ bê tông. Cần có biện pháp che chắn mặt ngoài để chống mưa làm ướt vật liệu cách nhiệt.

b) Phủ mặt bê tông: sau khi hoàn thiện bề mặt bê tông cần nhanh chóng thực hiện việc phủ vật liệu cách nhiệt lên bề mặt bê tông. Đầu tiên cần trải một lớp nilon polyethylene để ngăn nước trong bê tông tiếp xúc với vật liệu cách nhiệt. Sau đó xếp ken các tấm vật liệu cách nhiệt, hoặc trải các vật liệu rời cho đủ chiều cao yêu cầu và phủ kín bề mặt bê tông. Đối với vật liệu rời thì nhất thiết phải có lớp che đậy ở phía trên (như vải bạt, nilon ...) để giữ ổn định lớp vật liệu này và chống mưa làm ướt chúng. Đối với vật liệu tấm thì có thể tùy tình hình thời tiết có mưa hay không để giải quyết việc có cần che đậy phía trên hay không.

Đối với các khối đổ có diện tích bề mặt lớn thì hoàn thiện bề mặt bê tông đến đâu, tiến hành phủ vật liệu cách nhiệt ngay đến đấy.

Sơ đồ bọc vật liệu cách nhiệt cho khối đổ (xem Hình 2).



CHÚ DẪN:

- |   |  |
|---|--|
| 1 Nilon phủ tránh mưa                     | 4 Tấm xốp polystyrene dày từ 40 mm đến 50 mm |
| 2 Lớp bông khoáng dày từ 70 mm đến 100 mm | 5 Cốp pha thành                              |
| 3 Nilon dày mặt bê tông                   | 6 Bê tông khối lớn                           |

**Hình 2 - Sơ đồ bọc vật liệu cách nhiệt để giữ nhiệt khối đổ**

c) Dỡ vật liệu cách nhiệt và cốp pha thành:

Vật liệu cách nhiệt được dỡ khi bê tông đã có không ít hơn 5 ngày tuổi. Dỡ làm 2 bước: đầu tiên dỡ bung các tấm vật liệu cách nhiệt ra nhưng chưa chuyển đi. Đối với vật liệu rời thì tháo dỡ lớp nilon phía trên và xáo trộn lớp vật liệu rời. Ngày hôm sau mới tháo dỡ vật liệu cách nhiệt chuyển ra khỏi khối bê tông (cho cả thành và mặt bê tông).

Tiếp đó cốp pha thành được tháo bung ra và cũng qua một ngày mới chuyển ra khỏi mặt thành bê tông.

Không dỡ vật liệu cách nhiệt và cốp pha vào lúc trời mưa.

**CHÚ THÍCH:** Cần có biện pháp theo dõi diễn biến nhiệt độ trong khối bê tông trong suốt thời gian không ít hơn 7 ngày tuổi của bê tông.

### 6.8.3 Chia nhỏ khối đổ để thi công

#### 6.8.3.1 Nguyên tắc chung

Đối với các khối bê tông có thể tích lớn, không thể thi công xong trong thời gian ngắn, thì có thể chia khối đổ thành các phần nhỏ để thi công.

Các phần của khối đổ được chia với kích thước sao cho có một cạnh hoặc chiều cao nhỏ hơn 2 m. Kích thước này có thể lớn hơn nếu kết cấu đã được tính cốt thép phòng chống nứt cho khối lớn. Khi đó người thiết kế sẽ quy định cụ thể kích thước chia nhỏ khối đổ. Tùy theo đặc điểm của kết cấu, người thiết kế sẽ quyết định vị trí chia khối đổ sao cho đảm bảo tính toàn vẹn và sự làm việc bình thường của khối bê tông sau này.



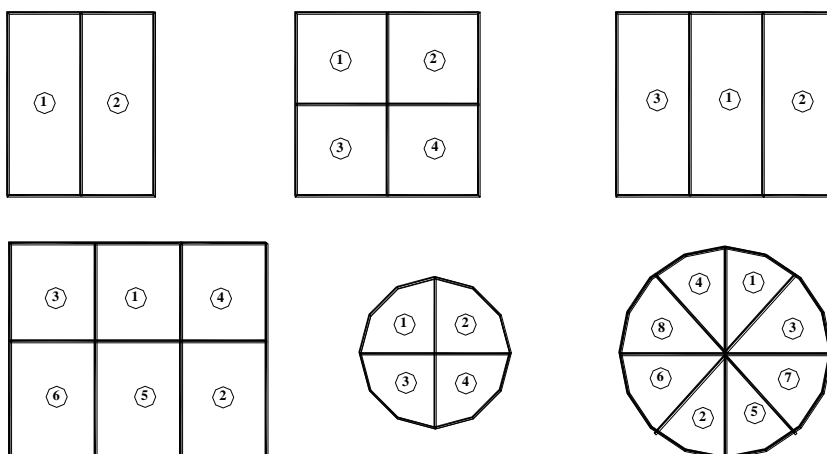
### 6.8.3.2 Phương pháp chia nhỏ khối đổ

Đầu tiên cần xem xét khả năng chỉ chia khối đổ theo chiều cao, sao cho một đợt đổ không lớn hơn 1,5 m và có thể đổ hết độ cao của đợt trong thời gian không quá 2 ngày đêm.

Trường hợp diện tích bề mặt khối đổ quá lớn, không thể đáp ứng được yêu cầu về thời gian nêu trên nếu chỉ chia khối bê tông theo chiều cao, thì cần phải chia khối đổ cả theo mặt bằng. Sơ đồ chia khối đổ theo mặt bằng (xem Hình 3).

CHÚ DẪN:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7: Kí hiệu  
các khối đổ theo mặt bằng



Hình 3 - Sơ đồ mặt bằng chia khối đổ thành các phần nhỏ

### 6.8.3.3 Thi công các phần của khối đổ

Việc thi công các phần của khối đổ được thực hiện theo trật tự sao cho mỗi phần đều có thể thoát nhiệt thủy hóa xi măng nhanh nhất mà tiết kiệm được thời gian thi công (xem Hình 3).

Khi phần đổ sau có một hoặc nhiều cạnh áp sát với phần đổ trước thì phần đổ sau chỉ bắt đầu đổ khi bê tông ở phần đổ trước đã đủ tuổi không dưới 4 ngày đêm.

Khi chiều cao của các phần khối đổ lớn hơn 1,5 m thì cần chia chiều cao thành các đợt đổ, mỗi đợt không cao quá 1,5 m. **Đợt sau bắt đầu đổ khi bê tông đợt trước đã có tuổi không dưới 4 ngày đêm.**

CHÚ THÍCH: Cần có biện pháp theo dõi quá trình diễn biến nhiệt độ của các phần khối đổ trong quá trình đổ bê tông.

### 6.8.4 Chống xung nhiệt khi tháo dỡ cốp pha

**Để tránh tác động xung nhiệt cho lớp bê tông xung quanh phía ngoài khối đổ, việc tháo dỡ cốp pha cần đảm bảo những yêu cầu sau đây:**

**Chỉ tháo cốp pha thành khi bê tông đã có tuổi không ít hơn 5 ngày đêm (xem 6.5.2).**

**Tháo cốp pha làm 2 bước: đầu tiên tháo bung thành cốp pha nhưng vẫn để cốp pha tại chỗ. Sau một ngày đêm mới chuyển cốp pha đi.**

**Đối với các kết cấu có dùng biện pháp bọc vật liệu cách nhiệt thì việc tháo dỡ vật liệu cách nhiệt và cốp pha thành được thực hiện theo 6.8.2.3.**

### **6.8.5 Chống mất nhiệt nhanh ở các gờ cạnh và góc kết cấu**

Các gờ cạnh và góc kết cấu bê tông khối lớn thường bị mất nhiệt nhanh, tạo ra chênh lệch lớn giữa nhiệt độ của gờ cạnh hoặc góc với nhiệt độ khối bê tông, chừng mực nào đó có thể gây nứt bê tông ở các vị trí này. Vì vậy cần có biện pháp bảo vệ để tránh mất nhiệt nhanh cho các gờ cạnh và góc kết cấu.

## **6.9 Công tác kiểm tra**

Ngoài những công tác kiểm tra thực hiện theo chỉ dẫn của TCVN 4453:1995, đối với bê tông khối lớn cần chú ý kiểm tra những vấn đề dưới đây.

### **6.9.1 Kiểm tra trước khi đổ bê tông**

Trước khi đổ bê tông cần kiểm tra những vấn đề sau đây:

- Tình trạng vật liệu xi măng, cát đá sỏi (có phù hợp với bê tông khối lớn hay không);
- Hàm lượng xi măng trong bê tông (với tinh thần là càng ít càng tốt);
- Biện pháp bảo vệ hỗn hợp bê tông (che chắn nắng);
- Nhiệt độ hỗn hợp bê tông trước lúc đổ (khống chế theo 6.7.1.3);
- Tình trạng vật liệu cách nhiệt sẽ sử dụng;
- Biện pháp thi công chống nứt, chiều cao lớp đổ và đợt đổ;
- Tình trạng thiết bị thi công (để đảm bảo thi công liên tục các lớp đổ và đợt đổ theo mức thời gian quy định);
- Tình trạng cấp pha (theo yêu cầu của 6.5);
- Tình trạng lắp đặt hệ dàn ống thoát nhiệt (nếu có) và vận hành thử chúng;
- Chế độ bảo dưỡng ẩm bằng tưới nước (sao cho thoát nhiệt nhanh);
- Biện pháp xử lý dàn ống thoát ra nhiệt khi kết thúc thi công;
- Biện pháp thi công bọc vật liệu cách nhiệt.

### **6.9.2 Kiểm tra sau khi đổ bê tông**

Tiến hành kiểm tra những vấn đề sau đây:

- Chất lượng thi công bọc vật liệu cách nhiệt để giữ nhiệt khối đổ. Đặc biệt các gờ cạnh và góc;
- Tình trạng bảo dưỡng bằng tưới nước (đảm bảo thoát nhiệt nhanh);
- Tình trạng dỡ cấp pha và vật liệu cách nhiệt (không gây xung nhiệt);
- Có xuất hiện vết nứt hay không sau khi tháo cấp pha và sau một vài ngày tiếp theo;

- Chất lượng bê tông theo thiết kế;
- Chế độ vận hành hệ dàn ống thoát nhiệt (nếu có);
- Diễn biến nhiệt độ, bê tông khối đổ;
- Chất lượng liền khối của khối đổ (khi có chia nhỏ khối đổ).

### 6.9.3 Tổ chức kiểm tra

Đơn vị thi công tự kiểm tra thường ngày những việc nêu trong 6.9.1 và 6.9.2.

Đơn vị thiết kế và chủ đầu tư tiến hành kiểm tra song song.

Người kiểm tra cần có trình độ chuyên môn về bê tông và công nghệ bê tông.

## 7 Công tác nghiệm thu

**7.1** Ngoài những quy định về nghiệm thu ghi trong TCVN 4453:1995, đối với thi công bê tông khối lớn cần được chú trọng nghiệm thu những vấn đề sau đây:

- Chất lượng vật liệu đầu vào phù hợp với bê tông khối lớn;
- Chất lượng hỗn hợp bê tông (độ sụt, hàm lượng xi măng nhiệt độ trước khi đổ);
- Chất lượng thi công (đổ bê tông liên tục các lớp đổ và đọt đổ theo mức thời gian quy định);
- Chất lượng bọc vật liệu cách nhiệt để giữ nhiệt khối đổ;
- Chất lượng lắp đặt hệ thống dàn ống thoát nhiệt (nếu có) và tình trạng vận hành;
- Tình trạng nứt khối bê tông sau thi công;
- Chất lượng liền khối các phần của khối bê tông đã thi công;
- Chất lượng xử lý hệ dàn ống thoát nhiệt;
- Diễn biến nhiệt độ bê tông sau khi đổ.

**7.2** Trường hợp có xuất hiện vết nứt khối bê tông thì việc xử lý vết nứt sẽ do người thiết kế xem xét cụ thể để quyết định.

**7.3** Những vấn đề cần nghiệm thu được viết thành biên bản có chữ ký của đại diện các bên chủ đầu tư và nhà thầu trước hoặc sau mỗi công đoạn thi công. Cuối cùng cần có một biên bản nghiệm thu đánh giá tổng thể toàn khối bê tông đã đổ.

## 8 Ghi chép và lưu giữ hồ sơ

**8.1** Toàn bộ diễn biến của quá trình thi công và nghiệm thu công trình cần được ghi chép đầy đủ dưới dạng biên bản xác nhận các bên hoặc sổ nhật ký công trình.

## **TCVN 9341:2012**

**8.2** Các tài liệu bao gồm: bản vẽ thiết kế, bản vẽ hoàn công, phiếu kiểm tra chất lượng, biên bản nghiệm thu giữa các bên, nhật ký công trình cần được chủ đầu tư lưu giữ cẩn thận để sử dụng lâu dài.

***Thư mục tài liệu tham khảo***

TCXDVN 391:2007, *Bê tông nặng - Yêu cầu bảo dưỡng ẩm tự nhiên.*

---