

# XÂY DỰNG PHẦN MỀM CSC/P TÍNH TOÁN ỐNG LÀM LẠNH HẠ NHIỆT ĐỘ KHỐI ĐỒ BÊ TÔNG

**Đặng Tuấn Anh**

*Kỹ sư - Trung tâm Tư vấn Giám định & An toàn đập*

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo TCXDVN 305:2004: 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 hóa của xi măng, vượt quá giới hạn kéo của bê tông. Bê tông khối lớn bị nứt do hiệu ứng nhiệt thủy hóa xi măng khi có đủ 2 yếu tố: Độ chênh lệch nhiệt độ  $\Delta T$  giữa các điểm hoặc các vùng trong khối bê tông vượt quá  $20^{\circ}\text{C}$ ; Modun chênh lệch nhiệt độ  $M_T$  giữa các điểm trong khối bê tông đạt không dưới  $50^{\circ}\text{C}/\text{m}$ .

Với các kết cấu vượt quá giới hạn trên cần có giải pháp phòng chống nứt cho bê tông ngay từ khâu thiết kế và thi công. Hiện tượng nứt do nhiệt gây ra trong bê tông khối lớn có thể khống chế được khi áp dụng các giải pháp hữu hiệu để giảm lượng nhiệt phát sinh cũng như mức độ thay đổi của nhiệt độ.

Đối với các công trình thủy lợi, do đặc điểm nằm gần nguồn nước như sông, hồ, ao nên biện pháp làm lạnh bằng giải pháp đặt một dàn ống nước trong lòng khối bê tông, trong quá trình bê tông tỏa nhiệt thì bơm nước qua hệ thống ống này để đưa nhiệt ra ngoài, giữ sao cho  $\Delta T$  luôn nhỏ hơn  $20^{\circ}\text{C}$  rất thích hợp và cho hiệu quả cao.

## 2. CÁC BIỆN PHÁP KHỐNG CHẾ NHIỆT

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

Đối với kết cấu bê tông trong quá trình định hình, kết khối và phát triển cường độ, phản ứng thủy hóa của xi măng tỏa ra một lượng nhiệt lớn làm cho nhiệt độ bê tông tăng cao. Hạn chế tốc độ phát nhiệt thủy hóa của xi măng trong bê tông bằng cách:

- Hạn chế lượng dùng xi măng trong bê tông.
- Dùng xi măng ít tỏa nhiệt.
- Hạ nhiệt độ hỗn hợp bê tông (hạ nhiệt độ cốt liệu, hạ nhiệt độ nước dùng để trộn bê tông, che đậy hỗn hợp bê tông).

### 2.2 Biện pháp hạn chế độ chênh lệch nhiệt độ $\Delta T$

- Bọc vật liệu cách nhiệt: Xung quanh và trên bề mặt khối đồ được bọc một lớp vật liệu cách nhiệt. Lớp vật liệu này sẽ giữ nhiệt trong khối bê tông tương đối đồng đều, làm cho giá trị  $\Delta T$  luôn nhỏ hơn  $20^{\circ}\text{C}$ . Tuy nhiên giải pháp này chỉ dùng cho khối đồ có thể thi công xong trong 2 ngày đêm. Vì sau 2 ngày đêm nhiệt thủy hóa của xi măng phát rất mạnh, nhiệt độ bê tông đã khá cao, bê tông có thể bị nứt trước khi bọc vật liệu cách nhiệt.

- Đưa nhiệt độ bê tông ra ngoài: Đặt một dàn ống nước trong lòng khối bê tông. Trong quá trình bê tông tỏa nhiệt thì bơm nước qua hệ thống ống này để đưa nhiệt ra ngoài, giữ sao cho  $\Delta T$  luôn nhỏ hơn  $20^{\circ}\text{C}$ . Sau đó bơm vữa xi măng cát vào lấp đầy ống. Biện pháp này thích hợp cho những công trình nằm gần nguồn nước như sông, hồ, ao. Biện pháp đơn giản là cắm vào khối đổ một số ống thép  $\Phi 15-20$  rồi liên tục nhồi đá vào trong những ngày đầu đóng rắn của bê tông để lôi nước nóng trong lòng bê tông tràn ra ngoài. Khi tiến hành đưa nhiệt độ bê tông ra ngoài thì nhất thiết phải liên tục kiểm soát diễn biến nhiệt độ trong các phân của khối bê tông.
- Chia nhỏ khối đổ: Kết cấu khối lớn được chia thành nhiều khối nhỏ để đổ bê tông, như vậy sẽ không còn là khối lớn nữa. Giải pháp này đơn giản tuy nhiên tiến độ thi công tương đối chậm, không đảm bảo yêu cầu vượt lũ.

### 3. TÍNH TOÁN LÀM LẠNH BẰNG ỐNG NƯỚC

#### 3.1 Phương trình vi phân chủ đạo của quá trình truyền nhiệt

Phương trình vi phân chủ đạo của quá trình truyền nhiệt ở dạng tổng quát như sau:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + (T_0 + T_w) \frac{\partial \Phi}{\partial \tau} + \theta_0 \frac{\partial \Psi}{\partial \tau} \quad (1)$$

Trong đó:

- a: hệ số dẫn ôn
- T,  $T_0$ ,  $T_w$ : nhiệt độ, nhiệt độ ban đầu của bê tông và nhiệt độ nước cửa vào.
- x, y, z: tọa độ vuông góc
- $\theta$ : nhiệt tăng tuyệt đối

Để giải phương trình trên, dùng phương pháp phần tử hữu hạn, chia nhỏ các thời đoạn tính toán ta xác định được nhiệt độ bê tông cũng như nhiệt độ của nước dọc theo chiều dài ống. Để đơn giản trong tính toán, có thể bỏ qua trao đổi nhiệt giữa bê tông và môi trường, chỉ xét ảnh hưởng của việc giảm nhiệt độ do tuần hoàn nước qua ống dẫn đặt trong khối đổ bê tông.

#### 3.2 Các công thức xác định nhiệt độ của bê tông theo chiều dài ống thoát nhiệt

**Trường hợp đường ống dẫn nước làm lạnh bê tông có nguồn nhiệt:**

$$T = T_n + X_1(T_1 - T_n) + X_2\theta_0 \quad (2)$$

Trong đó:

- $T_w$ : nhiệt độ ban đầu của nước làm lạnh
- $T_0$ : nhiệt độ ban đầu của bê tông
- $X_1$ : hệ số nhiệt độ tàn lưu.  $X_1 = f(a_c, L, \tau)$
- $X_2$ : hệ số tán nhiệt tàn lưu của ống dẫn nước.

$$X_2 = f(a_c t / b^2, b \sqrt{m / a_c}, b / c, \lambda_c L / C_w \gamma_w q_w) \quad (3)$$

-  $\theta_0$ : độ tăng nhiệt độ đoạn nhiệt của bê tông

**Trường hợp đường ống dẫn nước làm lạnh bê tông không có nguồn nhiệt:**

$$T = T_n + X_1(T_1 - T_n) \quad (4)$$

với các thông số như công thức (3).

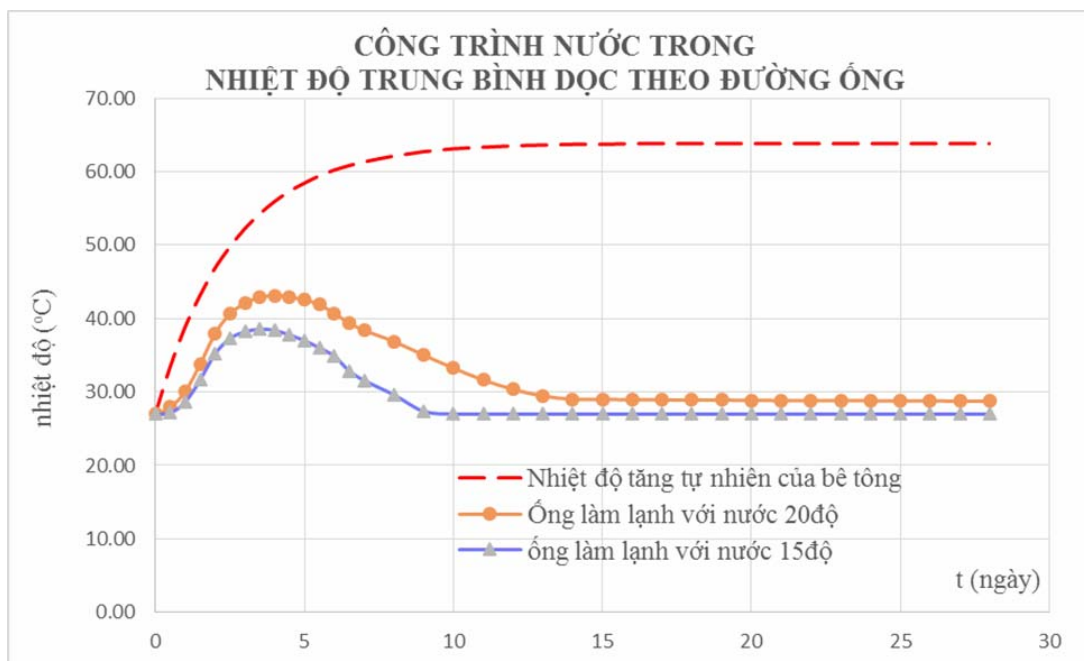
Tùy theo thời điểm tuần hoàn nước, quá trình thủy hóa nhiệt xi măng trong giai đoạn tăng hay giảm nhiệt áp dụng công thức (2) hoặc (3).

### **3.3 Phần mềm CSC/P - Tính toán ống làm lạnh hạ nhiệt độ khối đổ bê tông (cooling systems for mass concrete)**

Áp dụng công thức (2) hoặc (3) có thể cho ra kết quả nhiệt độ bê tông dọc theo đường ống. Tuy nhiên, việc xác định các tham số  $X_1$  và  $X_2$  là tương đối phức tạp, hai tham số này phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như chiều dài đường ống, đường kính ống thép, khoảng cách, sơ đồ bố trí các ống thép, nhiệt độ đầu vào, môi trường, v.v... Do đó việc tính toán bố trí hệ thống ống là rất phức tạp, khối lượng tính toán rất lớn do phải tính toán thử dần, tra các biểu đồ bằng tay, thực tế việc bố trí chủ yếu theo kinh nghiệm, thiếu cơ sở luận chứng. Để thuận tiện cho công tác thiết kế, bố trí hệ thống ống làm lạnh đặt sẵn trong bê tông, tác giả đã xây dựng thành công Phần mềm **CSC/P** – Tính toán ống làm lạnh hạ nhiệt độ khối đổ bê tông (*cooling systems for mass concrete*).

Kết quả tính toán Phần mềm CSC/P cung cấp luận cứ khoa học chắc chắn cho việc thiết kế hệ thống ống làm lạnh đặt sẵn trong khối đổ bê tông mà trước đến nay thường chỉ được bố trí theo kinh nghiệm. Với việc tự động hóa đến 85% công tác tính toán, phần mềm giúp các kỹ sư giảm đáng kể công sức trong thiết kế, giúp đẩy nhanh tiến độ thiết kế công trình. Phần mềm đã được áp dụng tính toán cho công trình hồ chứa nước Nước Trong và đập dâng Văn Phong cho kết quả sát với thực tế, giúp đẩy nhanh tiến độ thi công công trình, đảm bảo an toàn, chất lượng bê tông.

## Ví dụ minh họa



#### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong công tác thi công bê tông khối lớn, việc kiểm soát nhiệt độ bê tông là rất quan trọng, giải pháp làm lạnh sau bằng cách sử dụng hệ thống ống làm lạnh đặt sẵn trong khối đổ bê tông cho hiệu quả rất tốt. Tuy nhiên giải pháp này khá tốn kém nên việc tính toán bố trí hợp lý hệ thống ống là rất quan trọng. Phần mềm CSC/P - Tính toán ống làm lạnh hạ nhiệt độ khối đổ bê tông đã giải quyết được vấn đề này.

Cơ sở dữ liệu phần mềm sử dụng chủ yếu dựa trên các nghiên cứu thực nghiệm của tiêu chuẩn Trung Quốc cho nên có thể chưa thực sự phù hợp với công tác thi công bê tông ở Việt Nam nên cần tiếp tục nghiên cứu, điều chỉnh cho phù hợp bằng cách sử dụng các kết quả các công trình đã thi công, trước khi sử dụng đại trà giải pháp làm lạnh bê tông này cần thi công thí điểm, đặt các cảm biến nhiệt độ để đánh giá kết quả tính toán với thực tế thi công nhằm tối ưu thiết kế, đảm bảo an toàn cho công trình theo các Tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCXDVN 305-2004 "Bê tông khối lớn – Quy phạm thi công và nghiệm thu"
- [2] Sổ tay thiết kế thủy công – Học viện Hoa Đông, Trung Quốc.
- [3] Báo cáo sáng kiến cải tiến kỹ thuật, sáng chế và sở hữu công nghiệp Tổng công ty tư vấn xây dựng thủy lợi Việt Nam - CTCP (HEC) năm 2013
- [4] Công trình Nước Trong, Văn Phong - tính toán khống chế nhiệt khối đổ bê tông bằng phương án Đường ống làm lạnh.