

NGHIÊN CỨU GIẢM NHIỆT ĐỘ TRONG HỖN HỢP BÊ TÔNG KHỐI LỚN THEO PHƯƠNG PHÁP LÀM LẠNH NGUYÊN VẬT LIỆU

STUDY OF TEMPERATURE ABATEMENT IN MASS CONCRETE
MIX BY COOLING RAW MATERIALS METHOD

ThS. Lương Văn Anh

Khoa Xây dựng - Trường ĐHXD Miền Tây

Email: luongvananh@mtu.edu.vn

Điện thoại: 0948 309 277

Ngày nhận bài: 28/02/2023

Ngày gửi phản biện: 13/03/2023

Ngày chấp nhận đăng: 24/03/2023

Tóm tắt:

Trong bài viết này chỉ ra cách xác định khối lượng chất kết dính sử dụng cho bê tông khối lớn từ làm lạnh vật liệu thành phần.

Từ khóa: làm lạnh nguyên vật liệu cho bê tông, bê tông khối lớn.

Abstract:

In this article, it shows how to determine the amount of binder used for mass concrete from the cooling of the component material.

Keywords: material cooling for concrete, mass concrete.

1. Giới thiệu

Hiện nay để kiểm soát nhiệt độ trong bê tông khối lớn thường được kể đến mô hình đoạn nhiệt và bán đoạn nhiệt. Sử dụng mô hình thí nghiệm hoặc thử nghiệm muốn được hiệu quả ứng dụng đều phải so sánh và đánh giá sự phù hợp với nhiệt độ môi trường bên ngoài khối bê tông. Trong điều kiện thực tế khi kiểm tra nhiệt độ cho bê tông thì phụ thuộc vào giải pháp chống nứt nhiệt thủy hóa của xi măng. Dẫn đến một phương án tính toán sơ bộ để xử lý nhiệt thủy hóa của xi măng từ quá trình làm lạnh nguyên vật liệu thành phần sẽ là yếu tố quan trọng góp phần định hướng cho công nghệ sản xuất bê tông đưa lại hiệu quả kinh tế.

Từ nhiều loại xi măng xuất hiện trên thị trường cho thấy mức độ phức tạp khi thí nghiệm và thử nghiệm cho loại hình vật liệu bê tông nói chung. Tuy vậy trong sản xuất chỉ dùng mỗi một loại xi măng cho kết cấu bê tông nhất định. Với chất lượng xi măng khá ổn định về thành phần khoáng trong clanhke, thì việc kiểm soát nhiệt thủy hóa của bê tông xuất phát từ hàm lượng các khoáng cơ bản sẽ cho kết quả hợp lý. Để trung hòa một phần nhiệt thủy hóa của xi măng bằng cách hạ thấp nhiệt độ ban đầu nhằm giảm nhiệt độ cao nhất cho bê tông cũng là một giải pháp tốt khi kết hợp đúng với biện pháp dưỡng hộ. Loại bê tông nặng đổ tại chỗ ngay tại vị trí kết cấu công trình xây dựng được quan tâm và chú ý nhiều. Trong đó, khoảng thời

gian dưỡng hộ ban đầu và khi nhiệt độ trong bê tông tăng cao hơn nhiệt độ môi trường là hai điều kiện dưỡng hộ khác biệt. Nên nhiệt độ bê tông tươi, độ chênh lệch nhiệt độ, mô đun độ chênh nhiệt độ, nhiệt độ cao nhất, khoảng thời gian xuất hiện đỉnh nhiệt của bê tông thường là các giá trị quan tâm khi xét đến hiện tượng nứt nhiệt của bê tông khối lớn.

Do đó, phương pháp lý thuyết tính toán sơ bộ lượng chất kết dính và nhiệt độ bê tông khối lớn khi trung hòa nhiệt thủy hóa sinh ra từ các khoáng vật trong clanhke xi măng bằng biện pháp hạ thấp nhiệt độ ban đầu của nguyên vật liệu nhằm định hướng cho công nghệ sản xuất.

2. Một số biện pháp hạ thấp nhiệt độ ban đầu cho nguyên vật liệu

Xi măng được giảm nhiệt độ ban đầu nhờ quá trình bảo quản. Xi măng có bao bì cần bảo quản đúng quy định. Xi măng rời có thể hạ nhiệt qua vỏ thiết bị chứa đựng.

Nước được hạ thấp nhiệt độ bằng nitrogen lỏng có thể hạ xuống 1°C . Hoặc nước ở dạng đá cục đập nhỏ, có thể hạ thấp nhiệt độ hỗn hợp bê tông khoảng 12°C . Cốt liệu cần được che đậy tránh tác động trực tiếp của bức xạ mặt trời. Cốt liệu được làm lạnh chân không nhờ khả năng hấp thụ nhiệt hóa hơi của nước. Phương pháp này cho phép hạ thấp nhiệt độ hỗn hợp bê tông khoảng 18°C . Cốt liệu lớn khi được nhúng trong nước lạnh có thể hạ thấp nhiệt độ hỗn hợp bê tông khoảng 12°C . Cốt liệu lớn

khi được phun nước lạnh có thể hạ thấp nhiệt độ hỗn hợp bê tông khoảng 7°C . Khi cốt liệu nhỏ được tưới nước lạnh có thể hạ thấp nhiệt độ hỗn hợp bê tông khoảng 4°C , [3].

3. Phương pháp tính toán lượng chất kết dính và nhiệt độ bê tông

Bảng 1. Hệ số phát nhiệt của các khoáng xi măng

Thời gian	Hệ số phát nhiệt của các khoáng xi măng, cal/g			
Ngày	a_n	b_n	c_n	d_n
3	0,929	0,159	1,517	-0,119
7	1,093	0,231	2,099	-0,414
28	1,142	0,153	2,299	0,140

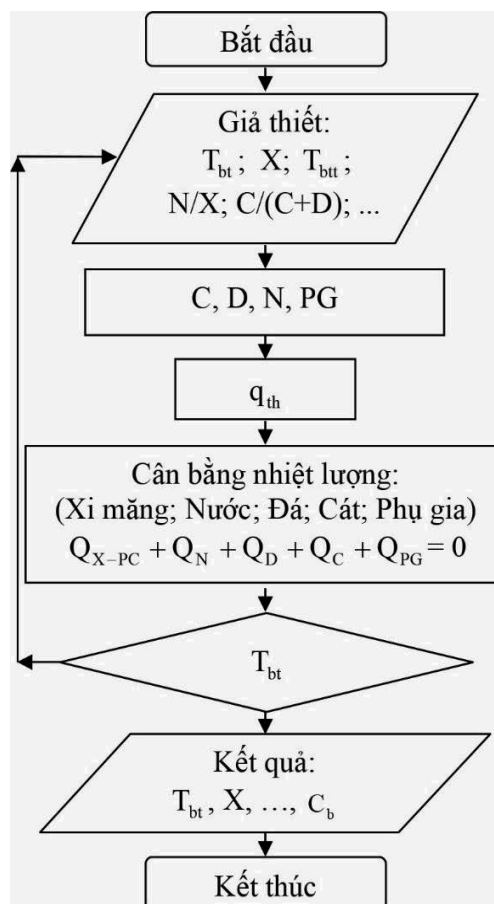
Nhiệt thủy hóa của xi măng, [1] được xác định theo công thức:

$$q_x = a_n \times A_n + b_n \times B_n + c_n \times C_n + d_n \times D_n \quad (1)$$

Trong đó:

A_n, B_n, C_n, D_n : là hàm lượng thành phần khoáng Alít (C_3S), Bêlít (C_2S), Cêlít (C_3A), Êlêlít (C_4AF) của xi măng, %;

a_n, b_n, c_n, d_n : là hệ số phát nhiệt của các khoáng C_3S, C_2S, C_3A, C_4AF được ghi ở Bảng 1.



Hình 1: Sơ đồ tính toán bê tông khối lớn từ làm lạnh nguyên vật liệu

Khi có khối lượng xi măng (X), tỉ lệ khối lượng nước trên xi măng (N/X), mức ngậm cát (m).

$$\text{Với: } m = C/(C + D) \quad (2)$$

Sử dụng phụ gia khoáng (PG), khối lượng xác định theo xi măng (%pg), số thập phân.

$$PG = (\%pg) \times X \quad (3)$$

Và khối lượng nước được tính là:

$$N = X \times (N/X) \quad (4)$$

Khối lượng cốt liệu nhỏ (C) và cốt liệu lớn (D) tính sơ bộ theo công thức:

$$C = \frac{1000 - X/\rho_X - N/\rho_N - PG/\rho_{PG}}{1/\rho_C + (1-m)/(m \times \rho_D)} \quad (5)$$

$$D = \frac{1000 - X/\rho_X - N/\rho_N - PG/\rho_{PG}}{1/\rho_D + m/((1-m) \times \rho_C)} \quad (6)$$

Trong đó:

X, C, D, N, PG: khối lượng xi măng, cốt liệu nhỏ, cốt liệu lớn, nước, phụ gia khoáng của 1000 dm³ bê tông, kg;

$\rho_X, \rho_C, \rho_D, \rho_N, \rho_{PG}$: khối lượng riêng xi măng, cốt liệu nhỏ, cốt liệu lớn, nước, phụ gia khoáng, g/cm³;

m: mức ngậm cát.

Độ tăng nhiệt độ bê tông khi đông cứng được xác định bởi công thức (7), [2]:

$$\Delta t = \frac{q_{th}}{\sum_i C_i \times \frac{m_i}{X}} \quad (7)$$

Trong đó:

Δt : độ tăng nhiệt độ của bê tông, °C;

q_{th} : nhiệt thủy hóa của xi măng ở thời điểm nhất định, cal/g;

m_i : khối lượng của các vật liệu thành phần trong bê tông gồm có: X, C, D, N, PG, kg;

C_i : nhiệt dung riêng tương ứng với vật liệu thành phần khối lượng m_i trong bê tông, kcal/kg°C;

X: khối lượng của vật liệu thành phần là xi măng trong bê tông, kg.

Nhiệt độ của hỗn hợp bê tông tươi được tính theo công thức (8), [2]:

$$t_b = \frac{\sum_i C_i \times t_i \times m_i}{C_b \times \sum_i m_i} \quad (8)$$

Trong đó:

t_b : nhiệt độ của hỗn hợp bê tông tươi, °C;

m_i : khối lượng của các vật liệu thành phần trong bê tông gồm có X, C, D, N, PG, kg;

t_i : nhiệt độ tương ứng với vật liệu thành phần có khối lượng m_i trong bê tông, °C;

C_i : nhiệt dung riêng tương ứng với vật liệu thành phần có khối lượng m_i trong bê tông, kcal/kg°C.

C_b : nhiệt dung riêng của bê tông được tính theo công thức sau, [2].

$$C_b = \frac{\sum_i C_i \times m_i}{\sum_i m_i} \quad (9)$$

Khi này nhiệt độ của bê tông tính toán được xác định bằng công thức:

$$T_{bt} = t_b + \Delta t \quad (10)$$

Khối lượng xi măng tương ứng bởi quá trình làm lạnh mà không làm tăng nhiệt độ của bê tông được thỏa mãn từ phương trình cân bằng nhiệt lượng:

$$Q_{X-PC} + \sum_i Q_i = 0 \quad (11)$$

Trong đó:

Q_{X-PC} ; Q_i : nhiệt lượng cần trung hòa của xi măng và nhiệt lượng các nguyên vật liệu thành phần khác, kcal.

$$\text{Hay: } Q_{X-PC} + \sum_i C_i \times m_i \times (t_i - T_{btt}) = 0 \quad (12)$$

Trong đó:

m_i : khối lượng của các vật liệu thành phần khác xi măng tham gia vào phương trình cân bằng nhiệt lượng, kg;

t_i : nhiệt độ tương ứng với vật liệu thành phần có khối lượng m_i trong bê tông, °C;

C_i : nhiệt dung riêng tương ứng với vật liệu thành phần khối lượng m_i trong bê tông, kcal/kg°C;

Nhiệt lượng cần trung hòa Q_{X-PC} bởi xi măng thủy hóa sinh ra trong bê tông đóng vai trò là dòng cấp trong hệ nhiệt

động, do đó cho phép thiết lập cách xác định như ở dạng biểu thức (13).

Q_{X-PC} : nhiệt lượng cần trung hòa của xi măng có thể xác định theo công thức sau:

$$Q_{X-PC} = \alpha_{Tb} \times C_{bv} \times (T_{bt} - T_{btt}) \quad (13)$$

Trong đó:

α_{Tb} : hệ số trung hòa nhiệt lượng, là tỉ số giữa nhiệt lượng trung hòa được và nhiệt lượng thủy hóa xi măng khi bê tông ở nhiệt độ T_{bt} ;

C_{bv} : nhiệt dung riêng (thể tích) của bê tông khi ở nhiệt độ T_{bt} , được xác định theo khối lượng xi măng sử dụng, kcal/m³°C;

T_{btt} : nhiệt độ của bê tông tươi, °C;

T_{bt} : nhiệt độ của bê tông tính toán, °C.

Khi đó, α_{Tb} và C_{bv} được xác định sơ bộ như ở biểu đồ Hình 8 và Hình 9, có thể lấy theo kinh nghiệm thực tế sản xuất.

Trong các công thức tính (7), (8), (9), (12) nhiệt dung riêng tương ứng với vật liệu thành phần gồm: xi măng; cốt liệu lớn; cốt liệu nhỏ; phụ gia khoáng; lấy bằng 0,2 kcal/kg°C, [2], với nước được lấy bằng 1,0 kcal/kg°C.

Như vậy, khối lượng xi măng cho một cấp phối bê tông khi này cần thỏa mãn đồng thời đẳng thức (10) và (12). Và nhiệt

độ bê tông tươi khối lớn (T_{btt}) không lớn hơn 25°C , [3]. Khi cần kiểm tra cho loại hỗn hợp bê tông trộn sẵn, nhiệt độ bê tông tươi (T_{btt}) không nên vượt quá 30°C , [11], [12].

Ví dụ minh họa sơ đồ tính Hình 1.

$$m = 0,36; N/X = 0,4; (\%pg) = 0,15;$$

$$\text{Xi măng: } \rho_X = 3,1\text{g/cm}^3; t_X = 45^{\circ}\text{C};$$

$$\text{Cát: } \rho_C = 2,65\text{g/cm}^3; t_C = 28^{\circ}\text{C};$$

$$\text{Đá dăm: } \rho_D = 2,7\text{g/cm}^3; t_D = 15^{\circ}\text{C};$$

$$\text{Nước: } \rho_N = 1\text{g/cm}^3; t_N = 1^{\circ}\text{C};$$

Phụ gia khoáng:

$$\rho_{PG} = 2,63\text{g/cm}^3; t_{PG} = 40^{\circ}\text{C};$$

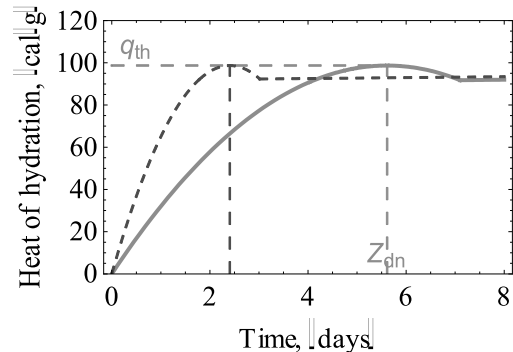
$$C_X = C_C = C_D = C_{PG} = 0,2\text{kcal/kg}^{\circ}\text{C};$$

$$C_N = 1\text{kcal/kg}^{\circ}\text{C};$$

$$C_3S = 65\%; C_2S = 17\%;$$

$$C_3A = 10\%; C_4AF = 8\%.$$

Từ thành phần khoáng, biểu đồ nhiệt thủy hóa của xi măng $q_{th} = 98,68\text{ cal/g}$ ở thời điểm đỉnh nhiệt là $Z_{dn} = 5,61$ ngày. Có thể thực tế đỉnh nhiệt xuất hiện sớm hơn, được mô tả trên đồ thị Hình 2.



Hình 2: Đồ thị nhiệt thủy hóa tính toán của xi măng

Giả thiết:

$$\text{Nhiệt độ bê tông, } T_{bt} = 43,1979^{\circ}\text{C};$$

$$\text{Khối lượng xi măng, } X = 137,251\text{kg};$$

$$\text{Nhiệt độ bê tông tươi, } T_{btt} = 25^{\circ}\text{C}.$$

Từ (3) khối lượng phụ gia khoáng: $PG = 0,15 \times 137,251\text{kg} = 20,5876\text{kg}$. Từ (4) khối lượng nước: $N = 0,4 \times 137,251\text{kg} = 54,9004\text{kg}$. Từ (5) và (6) khối lượng sơ bộ cát (C) và đá dăm (D) là:

$$C = \frac{1000 - \frac{137,251}{3,1} - \frac{54,9004}{1} - \frac{20,5876}{2,63}}{\frac{1}{2,65} + \frac{1 - 0,36}{0,36 \times 2,7}} =$$

$$= 862,137\text{kg}.$$

$$D = \frac{1000 - \frac{137,251}{3,1} - \frac{54,9004}{1} - \frac{20,5876}{2,63}}{\frac{1}{2,7} + \frac{0,36}{(1 - 0,36) \times 2,65}} =$$

$$= 1532,69\text{kg}.$$

Với :

$$\alpha_{Tb} = 0,369685; C_{bv} = 565,432 \text{ kcal/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$T_{bt} - T_{btt} = 43,1979 - 25 = 18,1979 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\Rightarrow Q_{X-PC} = 0,369685 \times 565,432 \times 18,1979 = 3803,94 \text{ kcal.}$$

$$Q_N = C_N \times N \times (t_N - T_{btt}) =$$

$$= 1 \times 54,9004 \times (1 - 25) = -1317,61 \text{ kcal.}$$

$$Q_D = C_D \times D \times (t_D - T_{btt}) = 0,2 \times 1532,69 \times (15 - 25) = -3065,38 \text{ kcal.}$$

$$Q_C = C_C \times C \times (t_C - T_{btt}) = 0,2 \times 862,137 \times (28 - 25) = 517,282 \text{ kcal.}$$

$$Q_{PG} = C_{PG} \times PG \times (t_{PG} - T_{btt}) = 0,2 \times 20,587 \times (40 - 25) = 61,7629 \text{ kcal.}$$

$$Q_{X-PC} + Q_N + Q_D + Q_C + Q_{PG} = 3803,94 - 1317,61 - 3065,38 + 517,282 + 61,762 \approx 0.$$

Thỏa mãn điều kiện cân bằng nhiệt lượng.

Nhiệt dung riêng của bê tông:

$$C_b = \frac{\sum_1^i C_i \times m_i}{\sum_1^i m_i} = \frac{0,2 \times (137,251 + 862,137 + 1532,69 + 20,5876) + 1 \times 54,9004}{137,251 + 862,137 + 1532,69 + 20,5876 + 54,9004} =$$

$$= 0,216843 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}.$$

Nhiệt độ của hỗn hợp bê tông tươi tính toán theo công thức (8):

$$t_b = \frac{\sum_1^i C_i \times t_i \times m_i}{C_b \times \sum_1^i m_i} =$$

$$= \frac{0,2 \times (45 \times 137,251 + 28 \times 862,137 + 15 \times 1532,69 + 40 \times 20,5876) + 1 \times 1 \times 54,9004}{0,21623 \times (137,251 + 862,137 + 1532,69 + 20,5876)}$$

$$= 19,243 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Độ tăng nhiệt độ của bê tông khi đông cứng:

$$\Delta t = \frac{q_{th}}{\sum_i C_i \times \frac{m_i}{X}} = \frac{98,68}{0,2 \times \left(\frac{137,251}{137,251} + \frac{862,137}{137,251} + \frac{1532,69}{137,251} + \frac{20,5876}{137,251} \right) + 1 \times \frac{54,9004}{137,251}}$$

$$= 23,9544^\circ\text{C}.$$

Nhiệt độ bê tông từ công thức (10):

$$T_{bt} = t_b + \Delta t$$

$T_{bt} = 19,243 + 23,9544 = 43,1974^\circ\text{C}$. Nhiệt độ này phù hợp với giả thiết ban đầu, thỏa mãn so với nhiệt độ bê tông giả thiết.

Nhiệt độ bê tông giảm được (ΔT_{LL}) từ làm lạnh nguyên vật liệu:

$$\Delta T_{LL} = T_{bt} - T_{btt}$$

$$\Delta T_{LL} = 43,1974^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 18,1974^\circ\text{C}.$$

Khi nhiệt độ thấp nhất môi trường (T_m) là 23°C , độ chênh lệch nhiệt độ (ΔT) giữa các điểm hoặc các vùng trong khối bê tông là 20°C , [3], là điều kiện cần, và nhiệt độ bê tông giảm được (ΔT_{LL}) từ làm lạnh nguyên vật liệu thì nhiệt độ bê tông khối lớn là:

$$T_{bt} = T_m + \Delta T + \Delta T_{LL}$$

$$T_{bt} = 23 + 20 + 18,1974 = 61,1974^\circ\text{C}.$$

Ở nhiệt độ này xác định được khối lượng xi măng khi chỉ thỏa mãn điều kiện từ công thức (10) là:

$X = 252,788\text{kg}$, và $C = 775,175\text{kg}$, $D = 1378,09\text{kg}$, $N = 101,115\text{kg}$, $PG = 37,9182\text{kg}$, $C_b = 0,231784 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$.

4. Một số kết quả tính toán về bê tông khối lớn và nhận xét

Bê tông có yêu cầu sau:

$m = 0,36$; $N/X = 0,4$; $(\%pg) = 0,15$;

Xi măng: $\rho_x = 3,1\text{g/cm}^3$; $t_x = 40^\circ\text{C}$;

Cát: $\rho_c = 2,65\text{g/cm}^3$; $t_c = 15^\circ\text{C}$;

Đá dăm: $\rho_D = 2,7\text{g/cm}^3$; $t_D = 10^\circ\text{C}$;

Nước: $\rho_N = 1\text{g/cm}^3$; $t_N = 1^\circ\text{C}$;

Phụ gia khoáng:

$\rho_{PG} = 2,63\text{g/cm}^3$; $t_{PG} = 40^\circ\text{C}$;

$C_X = C_C = C_D = C_{PG} = 0,2\text{kcal/kg}^\circ\text{C}$;

$C_N = 1\text{kcal/kg}^\circ\text{C}$.

Xi măng được giả định thành phần khoáng trong clanhke, [5][6][7][8][9][10]. Xi măng PC1: Clanhke xi măng poóc lăng thông thường. Xi măng PC2: Clanhke xi măng poóc lăng bền sulfat thường, hoặc clanhke xi măng poóc lăng ít tỏa nhiệt với mức tỏa nhiệt trung bình. Xi măng PC3: Clanhke xi măng poóc lăng bền sulfat cao. Xi măng PC4: Clanhke xi măng poóc lăng ít tỏa nhiệt với mức tỏa nhiệt thấp. Hàm lượng các khoáng cơ bản trong xi măng được ghi ở Bảng 2.

Khi nhiệt độ thấp nhất môi trường (T_{nt}) là 23°C , và điều kiện cần là độ chênh lệch nhiệt độ (ΔT) giữa các điểm hoặc các vùng trong khối bê tông là 20°C .

Bảng 2. Hàm lượng khoáng cơ bản

Loại xi măng	Hàm lượng khoáng cơ bản của xi măng, %.				Tổng, %
	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	
PC1	65	17	10	8	100
PC2	50	34	8	8	100
PC3	53	34	5	8	100

PC4	35	50	7	8	100
-----	----	----	---	---	-----

Khi đó, khối lượng các loại xi măng, nhiệt độ giảm được từ làm lạnh nguyên vật liệu và nhiệt độ của bê tông xác định được như ở Bảng 3. Biểu đồ quan hệ giữa nhiệt độ bê tông và khối lượng xi măng ở Hình 3. Biểu đồ quan hệ giữa khối lượng xi măng và nhiệt dung riêng (C_b) bê tông như Hình 4.

Bảng 3. Khối lượng xi măng và nhiệt độ giảm được với nhiệt độ bê tông

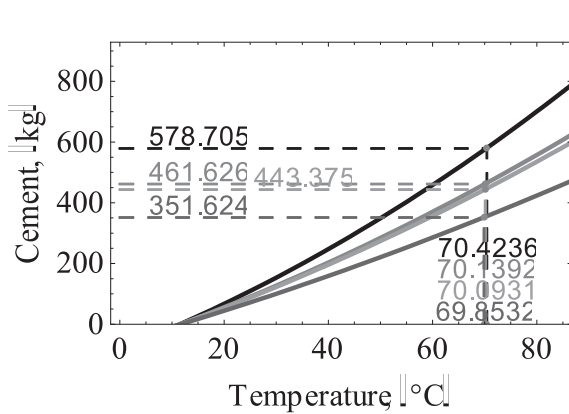
Loại xi măng	m_X	ΔT_{LL}	T_{bt}
	kg	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$
PC1	351,624	26,8532	69,8532
PC2	443,375	27,0931	70,0931
PC3	461,626	27,1392	70,1392
PC4	578,705	27,4236	70,4236

Từ Bảng 3, giá trị nhiệt độ bê tông giảm được từ làm lạnh nguyên vật liệu có sự thay đổi không đáng kể khi sử dụng các loại xi măng khác nhau. Biểu đồ nhiệt độ và khối lượng xi măng của bê tông khối lớn như Hình 3, cho thấy khối lượng xi măng sử dụng tăng lên khi

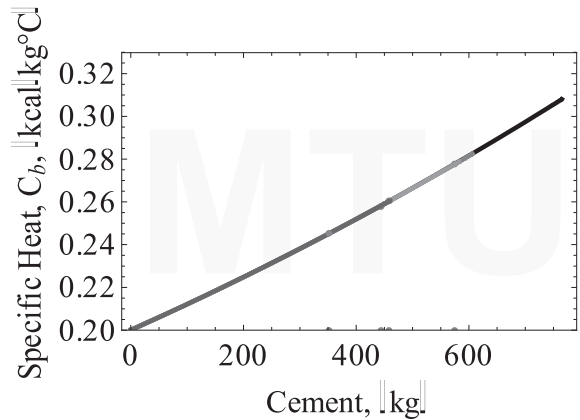
sử dụng loại xi măng có hàm lượng khoáng C_3S và C_3A giảm.

Từ Hình 4, cho thấy nhiệt dung riêng của bê tông chỉ phụ thuộc vào khối

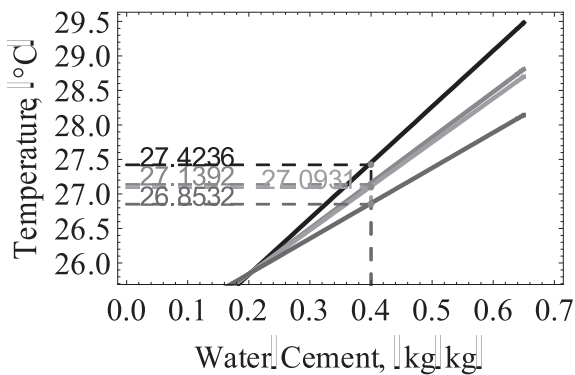
lượng xi măng sử dụng mà không phụ thuộc vào loại xi măng. Khi lượng dùng xi măng tăng thì nhiệt dung riêng của bê tông cũng tăng lên do khối lượng nước khi này sử dụng đã tăng lên.



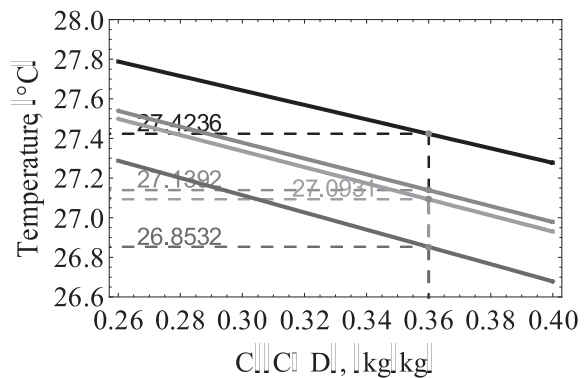
Hình 3: Biểu đồ của nhiệt độ bê tông và khối lượng xi măng



Hình 4: Biểu đồ của khối lượng xi măng và nhiệt dung riêng C_b của bê tông



Hình 5: Biểu đồ của tỉ lệ N/X khi $m = 0,36$ và nhiệt độ bê tông giảm được từ làm lạnh



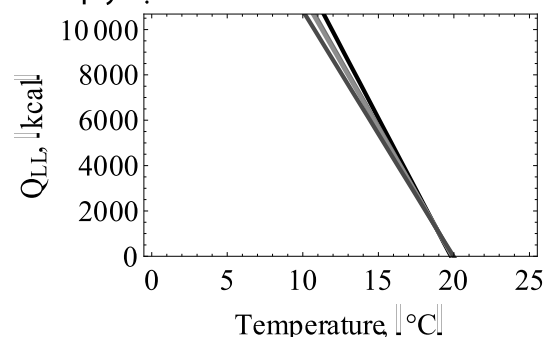
Hình 6: Biểu đồ của mức ngậm cát khi $N/X = 0,4$ và nhiệt độ bê tông giảm được từ làm lạnh

Để đánh giá khả năng thay đổi giá trị nhiệt độ bê tông giảm được từ làm lạnh nguyên vật liệu dưới sự ảnh hưởng của tỉ lệ nước trên xi măng từ 0,24 đến 0,65 với giả thiết mức ngậm cát là $m = 0,36$. Từ Hình 5, cho thấy khi tăng tỉ lệ N/X thì mức độ thay đổi giá trị nhiệt độ bê tông giảm được khi sử dụng xi măng PC1, PC2, PC3, PC4, tương ứng là $2,047^{\circ}\text{C}$, $2,542^{\circ}\text{C}$, $2,639^{\circ}\text{C}$, $3,246^{\circ}\text{C}$.

Và để đánh giá khả năng thay đổi giá trị nhiệt độ bê tông giảm được từ làm lạnh nguyên vật liệu dưới sự ảnh hưởng của mức ngậm cát khi giả thiết tỉ lệ nước trên xi măng là $N/X = 0,4$. Từ Hình 6, cho thấy khi thay đổi tỉ lệ $C/(C+D)$ từ 0,26 đến 0,4 thì mức độ thay đổi giá trị nhiệt độ bê tông giảm được khi sử dụng xi măng PC1, PC2, PC3, PC4, tương ứng là $0,613^{\circ}\text{C}$, $0,569^{\circ}\text{C}$, $0,561^{\circ}\text{C}$, $0,512^{\circ}\text{C}$.

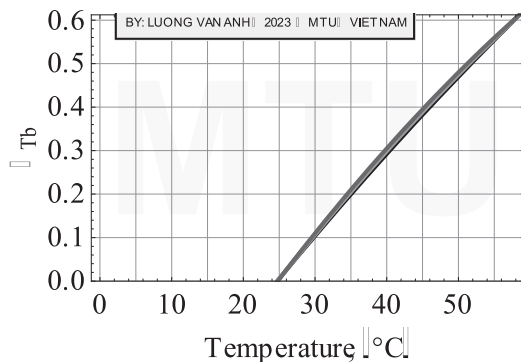
Trong quá trình trung hòa nhiệt, nhiệt lượng thủy hóa bị trung hòa của xi măng sẽ tăng dần đến khi hết tác dụng làm lạnh. Dựa trên quan hệ giữ nhiệt lượng cần làm lạnh của xi măng ($Q_{LL} = Q_{X-PC}$) và nhiệt độ bê tông tươi trong tính toán khi cho tỉ lệ nước trên xi măng thay đổi. Ở đây, N/X được lựa chọn để tính toán trong khoảng 0,24 đến 0,65 và $C/(C+D) = 0,36$. Nhiệt độ của bê tông tươi ban đầu khi ra khỏi máy trộn được dự kiến khi $Q_{LL} = 0 \text{ kcal}$. Từ Hình 7, dựa trên quy luật này, với $Q_{LL} = 0 \text{ kcal}$ thì nhiệt độ bê tông tươi nhỏ hơn 25°C và cần duy trì điều kiện này cho tới khi hỗn

hợp bê tông được thi công tại công trình như quy định.

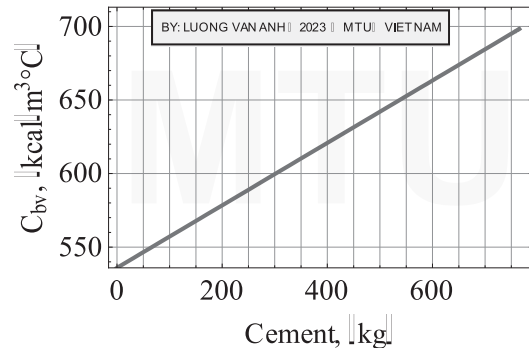


Hình 7: Biểu đồ của nhiệt độ bê tông tươi và nhiệt lượng làm lạnh từ nguyên vật liệu thành phần

Việc tính toán sơ bộ lượng xi măng trên chưa dự tính như mô hình bán đoạn nhiệt hay quá trình trao đổi nhiệt của bê tông với môi trường và nhiệt độ môi trường thay đổi, nhiệt độ tự sinh ra khi hỗn hợp bê tông bị nhào trộn. Và khi dùng các loại phụ gia khoáng khác nhau hoặc hàm lượng lớn [4] và phụ gia hóa học, thành phần khoáng khác có trong clanhke xi măng. Ngoài hàm lượng các khoáng cơ bản trong xi măng thì chỉ tiêu như khối lượng riêng, nhiệt độ, nhiệt dung riêng, độ ẩm của vật liệu thành phần, cũng ảnh hưởng đến kết quả. Tính đồng đều của các vật liệu thành phần cũng như kích thước của cốt liệu và khi có cốt sợi sẽ ảnh hưởng đến nhiệt độ cao nhất xác định cho bê tông khối lớn.



Hình 8: Biểu đồ của nhiệt độ bê tông và hệ số trung hòa nhiệt lượng α_{T_b}



Hình 9: Biểu đồ của khối lượng xi măng và nhiệt dung riêng C_{b_v} bê tông.

5. Kết luận

Nhiệt độ tính toán trong bê tông khối lớn phụ thuộc chủ yếu vào loại clanhke xi măng, tỉ lệ nước trên xi măng và ảnh hưởng của tỉ lệ cốt liệu. Nhiệt dung riêng tính toán của bê tông phụ thuộc chủ yếu vào khối lượng xi măng sử dụng và không ảnh hưởng từ loại clanhke xi măng poóc lăng. Bằng phương pháp lý thuyết tính toán sơ bộ được lượng xi măng an toàn sử dụng trong bê tông khối lớn. Góp phần sử dụng hiệu quả khi tính toán hoặc xác định thành phần khoáng vật của clanhke xi măng. Phương pháp tính toán có thể áp dụng được với nhiều loại xi măng poóc lăng dùng sản xuất bê tông khối lớn để kiểm soát nút nhiệt do xi măng thủy hóa. Tính toán sơ bộ xác định được lượng dùng xi măng tối thiểu, từ đó chủ động trong lựa chọn yêu cầu vật liệu hợp lý để thử nghiệm và định hướng công nghệ sản xuất bê tông khối lớn.

Tài liệu tham khảo

- [1]. 14 TCN 67:2001 Xi măng dùng cho bê tông thủy công – Phương pháp thử.
- [2]. 14 TCN 65:2001 Hỗn hợp bê tông thủy công và bê tông thủy công – Phương pháp thử, phụ lục A.
- [3]. TCXDVN 305:2004 Bê tông khối lớn – Quy phạm thi công và nghiệm thu.
- [4]. TCVN 10403:2015 Công trình thủy lợi – Đập bê tông đầm lăn – Thi công và nghiệm thu.
- [5]. TCVN 7024:2013 Clanhke xi măng poóc lăng.
- [6]. TCVN 2682:2020 Xi măng poóc lăng.
- [7]. TCVN 6076:1995 Xi măng poóc lăng bền sunphát – Yêu cầu kỹ thuật.
- [8]. TCVN 6076:2018 Xi măng poóc lăng bền sulfat.
- [9]. TCVN 6069:2007 Xi măng poóc lăng ít tỏa nhiệt.

- [10]. TCVN 7712:2013 Xi măng poóc lăng hỗn hợp ít tỏa nhiệt.
- [11]. TCVN 9340:2012 Hỗn hợp bê tông trộn sẵn – Yêu cầu cơ bản đánh giá chất lượng và nghiệm thu.
- [12]. TCVN 9345:2012 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Hướng dẫn kỹ thuật phòng chống nứt dưới tác động của khí hậu nóng ẩm.