

SỬ DỤNG XI MĂNG ÍT TỎA NHIỆT CHO BÊ TÔNG KHỐI LỚN TẠI VIỆT NAM

APPLICATION OF LOW HEAT CEMENT ON MASS CONCRETE IN VIET NAM

Nguyễn Thanh Dũng⁽¹⁾, Nguyễn Văn Chánh⁽²⁾

(1) Phòng Hỗ Trợ Kỹ Thuật – Cty Holcim VN
(2) Khoa Xây Dựng, Trường Đại Học Bách Khoa TP.HCM

BẢN TÓM TẮT

Thông thường, nhiệt độ trong bê tông khối lớn thường được giới hạn để tránh hiện tượng nứt và đảm bảo sự bền vững cho bê tông. Nhiệt độ cao nhất trong bê tông khối lớn được giới hạn không được vượt quá 57°C và chênh lệch nhiệt độ giữa tâm của khối bê tông và bề mặt cũng không được vượt quá 20°C.

Nếu có biện pháp tốt cho việc kiểm soát nhiệt độ công trình bê tông khối lớn thì có thể đảm bảo hai yêu cầu trên. Ngược lại, khi hai yêu cầu trên không được đảm bảo do không có biện pháp hiệu quả để kiểm soát nhiệt độ trong bê tông khối lớn có thể dẫn đến bê tông sẽ bị phá hủy. Ngoài ra, những dụng cụ trộn gần đây kích thước khối đổ bê tông lớn, yêu cầu lượng xi măng tối thiểu cao hoặc tỉ lệ nước trên chất kết dính thấp càng làm cho việc kiểm soát nhiệt độ trở nên khó khăn.

ABSTRACT

Large concrete structures (mass concrete) usually present a problem, the heat generated within the body of the structure cannot be dissipated quickly, and rather large temperature gradients can develop between the center and the surface of the structure. These temperature gradients during the cure period produce cracks in the finished concrete structure. These cracks serve as entry portals for chlorides that have a deleterious effect on the reinforcing steel.

Temperature gradients can be controlled (reduced) in a variety of manners. Replacing the mixing water with ice and pre-cooling the aggregate, to reduce the maximum temperature, are methods that are used but with limited effectiveness. Another way to reduce these temperature gradients is to modify the mix design (adding fly ash for example) or using low heat cement.

I. BÊ TÔNG KHỐI LỚN LÀ GÌ ?

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 hoá của xi măng, vượt quá giới hạn kéo của bê tông, làm nứt bê tông, và do đó phải có biện pháp để phòng ngừa vết nứt. Trong điều kiện nóng ẩm Việt Nam kết cấu có cạnh nhỏ nhất 1m và chiều cao lớn hơn 2m có thể được xem là khối lớn.

II. NHIỆT ĐỘ CỰC ĐẠI TRONG BÊ TÔNG VÀ ĐỘ CHÊNH LỆCH NHIỆT ĐỘ

1. Nhiệt độ cực đại trong bê tông

Những nghiên cứu đã cho thấy rằng độ bền vững lâu dài của bê tông có thể bị ảnh hưởng nếu nhiệt độ sau khi đổ bê tông vượt quá phạm vi của 68°C đến 74°C. Cơ chế phá hủy là do việc trì hoãn sự hình thành ettringite, sẽ gây ra trương nở trong cấu trúc bê tông mà kết quả là bê tông bị nứt. Điều này không xảy ra tức thì mà phải sau nhiều năm.

2. Độ chênh lệch nhiệt độ

Trong khi thi bê tông khối lớn, hai đại lượng nhiệt độ được quan tâm nhiều nhất đó là nhiệt độ cực đại và độ chênh lệch nhiệt độ trong

bê tông. Độ chênh lệch nhiệt độ là độ chênh lệch nhiệt độ giữa phần nóng nhất của bê tông và bề mặt. Nứt do nhiệt sẽ xảy ra do lớp trong giữ được nhiệt độ cao cản trở sự co lại của những lớp bê tông bên ngoài đã nguội đi, gây ứng suất nén ở lớp trong và ứng suất kéo ở lớp ngoài dẫn đến biến dạng và khi biến dạng này vượt quá sức chịu kéo của bê tông sẽ xuất hiện vết nứt.

Độ chênh lệch nhiệt độ lớn nhất phụ thuộc vào tính chất cơ học của bê tông như : hệ số dẫn nở nhiệt, cường độ nén và modul đàn hồi cũng như kích thước và dạng kết cấu ngàm của khối bê tông. ACI 207.2R cung cấp hướng dẫn cho việc tính toán độ chênh lệch nhiệt độ lớn nhất dựa trên tính chất của bê tông và cấu trúc của công trình.

Yêu cầu thi công bê tông khối lớn

+ Độ chênh lệch nhiệt độ ΔT giữa các điểm hoặc các vùng trong khối bê tông nên không vượt quá 20°C . + Modul chênh lệch nhiệt độ M_T giữa các điểm trong khối bê tông $\leq 50^{\circ}\text{C/m}$.

III. SỬ DỤNG XI MĂNG ÍT TỎA NHIỆT CHO BÊ TÔNG TẠI VIỆT NAM

1. Các tính chất của xi măng ít tỏa nhiệt

Các loại xi măng khác nhau có nhiệt tỏa ra thay đổi rất lớn. Hỗn hợp bê tông ít tỏa nhiệt là sự lựa chọn tối ưu cho bê tông khối lớn để hạn chế đến mức thấp nhất khả năng nứt do nhiệt. Hỗn hợp này sử dụng một lượng cực đại tro bay hoặc xi để thay thế xi măng hay chứa lượng chất kết dính thấp nhất mà không làm

thay đổi nhiều tính chất của bê tông và vẫn đạt những yêu cầu đã đề ra. Tro bay thường được dùng để thay thế xi măng ở tỉ lệ 15%-20%. Xi lò cao nghiền mịn được dùng thay thế 65%-80% lượng xi măng để làm giảm nhiệt hydrat hoá.

Hiện nay sản phẩm Holcim Mass Pour PCB40 (HMP) tại Việt Nam sản xuất dựa trên hai tiêu chuẩn TCVN 6260 – 1997 PCB40 và ASTM C1157 type MH&LH với các tính chất kỹ thuật như bảng trình bày ở dưới.

2. Phương pháp thi công :

Vật liệu : (TCVN 1770:1986, TCVN 1771:1987, TCVN 4506 : 1987)

+ Xi măng : Có lượng nhiệt thủy hóa sau 7 ngày < 60Cal/g

+ Cát : Modul độ lớn > 2.2

+ Đá dăm, Sỏi : Không dưới 10 và không quá 150mm

+ Phụ gia : Phụ gia cuốn khí, phụ gia giảm nước, chậm ninh kết

Phụ gia cho bê tông khối lớn cần đạt hiệu quả

+ Tăng độ công tác, giảm lượng nước nhào trộn, kéo dài thời gian ninh kết của bê tông, điều khiển được độ tách nước, giảm phân tầng và giảm mức tổn thất độ sụt theo thời gian

+ Giảm tốc độ phát nhiệt thủy hóa của xi măng khi đóng rắn, giảm hàm lượng xi măng trong bê tông.

Giải pháp hạn chế tốc độ phát nhiệt thủy hóa của xi măng trong bê tông :

Bảng chỉ tiêu kỹ thuật Holcim Mass Pour PCB40

Khối lượng riêng	2,91g/cm ³	TCVN 4030 : 2003
Lượng nước tiêu chuẩn	26,5%	TCVN 6017 : 1995
Thời gian đông kết		
Bắt đầu	210 phút	TCVN 6017 : 1995
Kết thúc	275 phút	
Độ ổn định thể tích	0,3	TCVN 6017 : 1995
Độ nghiền mịn (bề mặt riêng)	3590cm ² /g	TCVN 4030 : 2003
Cường độ nén		TCVN 6016 : 1995
7 ngày	20,7 MPa	
28 ngày	49,3 MPa	
Nhiệt thủy hóa		TCVN 6070 : 1995
7 ngày	101kJ/kg	
28 ngày	122kJ/kg	
Hàm lượng SO ₃	2,03 %	TCVN 141 : 1998

- + Hạn chế lượng dùng xi măng
- + Dùng xi măng ít tỏa nhiệt
- + Hạ nhiệt độ hỗn hợp bê tông bằng cách hạ nhiệt độ cốt liệu
- Che chắn kho chứa cốt liệu, phun nước lạnh lên cốt liệu
- Làm lạnh nước trộn.

Thi công : (TCXDVN 305:2004)

- + Định lượng và trộn : bằng cân đong tiến hành tại các trạm trộn.
- + Vận chuyển, đổ, đầm : TCVN 4453 : 1995
- + Bảo dưỡng : TCVN 5592 : 1991
- + Cốt pha : TCVN 4453 : 1995

Hạ nhiệt độ hỗn hợp bê tông trước khi đổ

Nhiệt độ bê tông tại thời điểm đổ có ảnh hưởng rất lớn đến nhiệt độ cực đại trong bê tông. Thông thường 1°C giảm hoặc tăng ở nhiệt độ bê tông ban đầu thì nhiệt độ cực đại trong bê tông cũng sẽ thay đổi xấp xỉ 1°C.

Những phương pháp hạ nhiệt độ hỗn hợp bê tông bao gồm che phủ và tưới nước lên kho cốt liệu, sử dụng nước làm lạnh để trộn. Kết quả đạt được khi làm lạnh cốt liệu có ảnh hưởng rõ rệt đến nhiệt độ bê tông bởi vì cốt liệu chiếm đến 70% - 80% .

Nitrogen lỏng cũng có thể được sử dụng để làm giảm nhiệt độ hỗn hợp bê tông hoặc các thành phần của bê tông. Phương pháp này sẽ làm tăng đáng kể giá thành bê tông.

Lắp đặt dàn ống thoát nhiệt

Ống thoát nhiệt được sử dụng để giảm nhiệt độ cực đại trong bê tông và nhanh chóng làm

giảm nhiệt độ trong khối bê tông. Phương pháp này tốn kém nhiều chi phí nhưng lại rất hiệu quả nếu kích thước ống, phạm vi không gian thoát nhiệt và khả năng trao đổi nhiệt của dàn ống được thiết kế tối ưu.

Hình 4 cho thấy nhiệt độ trung bình của khối bê tông có và không có dàn ống thoát nhiệt. Cần chú ý rằng nếu dàn ống thoát nhiệt không được thiết kế thích hợp nứt do nhiệt có thể xảy ra. Ngược lại, hệ thống dàn ống thoát nhiệt làm giảm đáng kể nhiệt độ bê tông và thời gian cho việc làm lạnh.

b/ Thiết bị kiểm tra : Bao gồm 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 có các điểm đo tại tâm khối đổ & tại sát cạnh ngoài cách mặt ngoài bê tông khoảng 40 – 50cm.

III. KẾT QUẢ ỨNG DỤNG

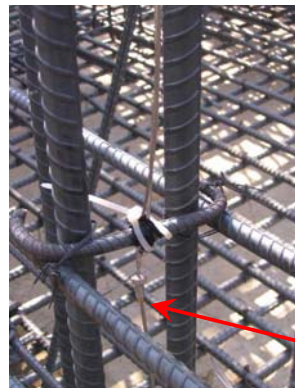
Sử dụng xi măng Holcim Mass Pour, Phụ gia R561, thí nghiệm nén theo tiêu chuẩn ASTM C109-99.

1/ Công trình Căn hộ cao cấp CANTAVIL tại TP.HCM :

Móng được đặt trên nền cọc khoan nhồi, khối lượng bê tông của một móng 400 – 500 m³.

Kết quả đo trong 144 giờ (hình 4) cho thấy sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai vị trí đo (tâm & biên) đa số không vượt quá 20°C. (TCXDVN 305:2004).

2/ Công trình hệ thống xử lý nước thải HyundaiMobis tại TP.HCM



Sensor

Hình 1,2,3 : Thiết bị kiểm tra nhiệt độ của Cty Holcim VN

Móng bê xử lý nước thải là móng bê đặt trên cọc khoan nhồi kích thước 27x70m sâu gần âm 30m, với khối lượng bê tông 800 – 1200 m³.

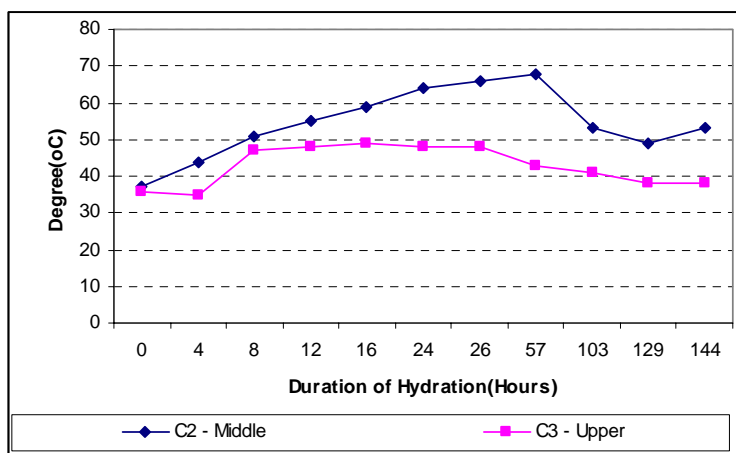
Kết quả đo trong 141 giờ cho thấy sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai vị trí đo (tâm & biên) đã số không vượt quá 20⁰C. (TCXDVN 305:200).

Bảng 1 : Thành phần cấp phối của bê tông khối lớn

Xi măng (kg)	Nước (l)	Cát (kg)	Đá (kg)	Phụ gia dẻo (ml)	Độ sụt (mm)	N/X	T (°C)	Hàm lượng khí (%)	Cường độ nén (MPa) mẫu hình trụ		
									3d	7d	28d
330	180	800	1020	3300	100	0.55	29	1.6	18.7	24.8	29.0
350	179	790	1010	3500	100	0.51	29	1.7	21.5	28.3	33.4
370	175	780	990	3700	100	0.47	31	1.7	22.0	28.2	37.4

Bảng 2 : Kết quả đo nhiệt độ tại công trình

Giờ ghi	Thời gian (giờ)	Sensor		
		Tâm (°C)	Biên (°C)	Δt
8:20	0	37	36	1
12:20	4	44	35	9
16:20	8	51	47	4
20:20	12	55	48	7
0:00	16	59	49	10
7:57	24	64	48	16
10:00	26	66	48	18
16:55	57	60	41	21
15:00	103	53	41	12
16:35	129	49	38	11
8:00	144	53	38	15



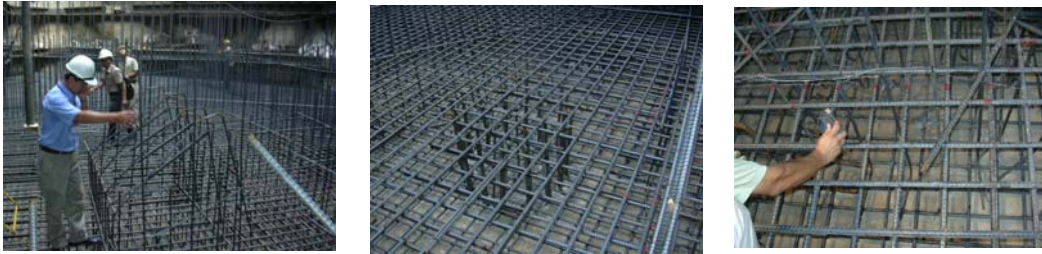
Hình 4 : Kết quả sự chênh lệch nhiệt độ đo được tại tâm & biên khối móng công trình CANTAVIL Q2 TP.HCM



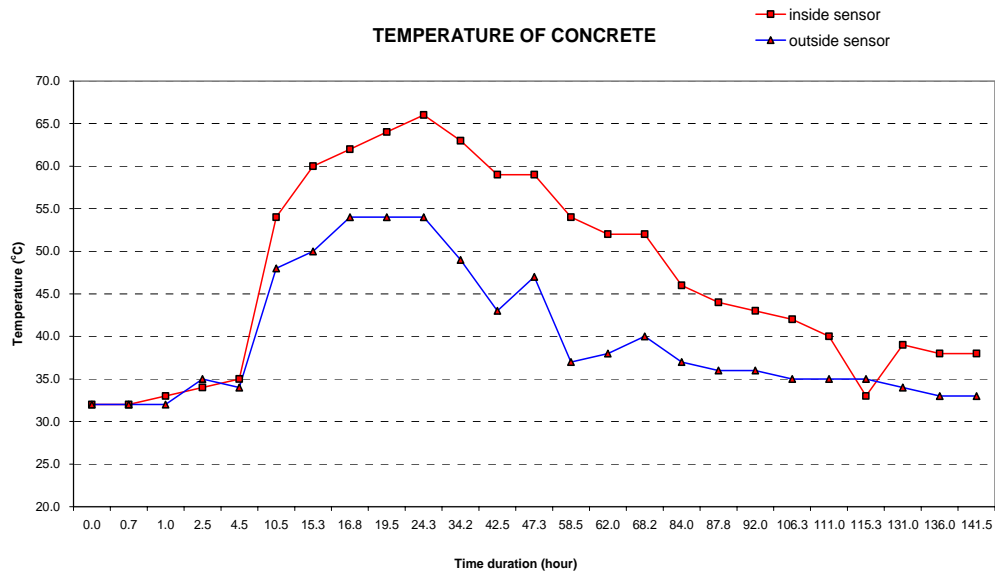
Hình 5,6,7 : Lắp đặt thiết bị kiểm tra tại móng M3 công trình CANTAVIL Q2 TP.HCM

Bảng 3 : Kết quả đo nhiệt độ tại công trình

Giờ ghi	Thời gian (giờ)	Sensor		
		Tâm (°C)	Biên (°C)	Δt
22:30	0.0	32.0	32.0	0.0
23:10	0.67	32.0	32.0	0.0
23:30	1.00	33.0	32.0	1.0
0:00	2.50	34.0	35.0	-1.0
2:00	4.50	35.0	34.0	1.0
8:00	10.50	54.0	48.0	6.0
12:45	15.25	60.0	50.0	10.0
14:20	16.83	62.0	54.0	8.0
17:00	19.50	64.0	54.0	10.0
21:45	24.25	66.0	54.0	12.0
7:40	34.17	63.0	49.0	14.0
16:00	42.50	59.0	43.0	16.0
20:45	47.25	59.0	47.0	12
8:00	58.50	54.0	37.0	17
11:30	62.00	52.0	38.0	14
17:40	68.17	52.0	40.0	12
9:30	84.00	46.0	37.0	9
13:15	87.75	44.0	36.0	8
17:30	92.00	43.0	36.0	7
7:45	106.25	42.0	35.0	7
12:30	111.00	40.0	35.0	5
16:50	115.33	37.0	35.0	2
8:30	131.00	39.0	34.0	5
13:30	136.00	38.0	33.0	5
19:00	141.50	38.0	33.0	5



Hình 9,10,11 : Lắp đặt thiết bị kiểm tra tại móng công trình HuyndaiMobis tại TP.HCM



Hình 8 : Kết quả sự chênh lệch nhiệt độ đo được tại tâm & biên khối móng công trình HuyndaiMobis tại TP.HCM

IV. KẾT LUẬN

Tất cả bê tông đều phát nhiệt khi xi măng thủy hoá và thường sự phát nhiệt này chỉ xảy ra ở những ngày đầu tiên sau khi đổ.

Việc kiểm soát sự thoát nhiệt và sự phát nhiệt của bê tông là rất cần thiết để ngăn cản sự phá huỷ bê tông, đáp ứng được đặc điểm kỹ thuật của công trình.

Kết quả cho thấy việc ứng dụng đúng chủng loại xi măng Holcim Mass Pour ít tỏa nhiệt cho công trình bê tông khối lớn thì độ chênh lệch nhiệt độ được kiểm soát hiệu quả như trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TCXD 305 : 2004, “Bê tông khối lớn – Qui phạm thi công và nghiệm thu”.
2. ACI 207, “Mass Concrete”, American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich., 1996.
3. John Gajda and Marth Vangeem, “Temperature in Mass Concrete”, Concrete International, January 2002.
4. Phan Tấn Vĩnh, Võ Trần Bình Nam, “ Tài liệu báo cáo kết quả thí nghiệm của Cty Holcim Việt Nam ”, 2005.