

SỬ DỤNG PHỤ GIA HỖN HỢP - MỘT TRONG NHỮNG GIẢI PHÁP LÀM GIẢM NHIỆT KHI THI CÔNG ĐẬP BÊ TÔNG ĐẦM LĂN

Nguyễn Minh Việt

Viện Thủy điện và Năng lượng tái tạo

Tóm tắt: Áp dụng công nghệ bê tông đầm lăn (BTĐL)-RCC để thi công đập trọng lực đã được đánh giá là mang lại hiệu quả cao hơn so với các đập bê tông thường, đập đất, đá bời các ưu điểm như: Thi công nhanh, giá thành hạ, giảm chi phí cho công trình tạm phục vụ dẫn dòng thi công. Tuy nhiên trong khi thi công đập BTĐL cũng đã xảy ra những nhược điểm cần phải khắc phục, đó là hiện tượng thấm ngang theo lớp đổ bê tông và đặc biệt là hiện tượng nứt bê tông do tích tụ nhiệt thủy hóa của xi măng trong thân đập. Bài báo này trình bày một giải pháp làm giảm nhiệt trong thi công đập BTĐL, đó là biện pháp vật liệu: sử dụng phụ gia hỗn hợp.

Từ khóa: Bê tông đầm lăn, nhiệt thủy hóa

Summary: RCC in the construction of gravity dams has been proved to be more effective than in traditional concrete dams as well as earth dams for three reasons including: time saving, low cost and cost effective for temporary works serving the construction diversion. However, there are also disadvantages namely horizontal leaks in layered concrete and cracked concrete due to the accumulation of heat of hydration of concrete in the dam body. The article presents a solution to lower the heat during the construction of RCC i.e. using additive mixture.

Key words: Roller Compacted Concrete, hydrated temperature

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nứt do nhiệt trong kết cấu bê tông khối lớn được hình thành từ nhiệt thủy hóa xi măng [1]. Hiện tượng nứt do nhiệt trong kết cấu bê tông gây ra bởi sự thay đổi thể tích do nhiệt phát sinh từ thủy hóa xi măng và quá trình tự co phát triển do các yếu tố phức hợp như kiểu kết cấu ngầm, điều kiện giới hạn, nguyên vật liệu, tỷ lệ hỗn hợp, phương pháp thi công, điều kiện thi công và khí hậu môi trường. Cơ chế nứt do nhiệt trong bê tông là với khối bê tông thi công đủ lớn, nhiệt thủy hóa xi măng tích tụ trong lòng bê tông không kịp thoát ra ngoài, tạo nên sự chênh lệch nhiệt độ giữa phần bên trong khối đổ và phần bê tông tiếp giáp với môi trường xung quanh. Chênh lệch nhiệt độ ΔT nếu vượt quá ngưỡng 20°C thì bê tông có thể

nứt [2, 3]. Ứng suất nhiệt là nguyên nhân chủ yếu làm xuất hiện các vết nứt trong bê tông khối lớn. Đập BTĐL sau khi đổ, nhiệt độ trong bê tông thay đổi làm thể tích co dãn, khối bê tông không được tự do, mặt co dãn bị hạn chế hoặc bị ràng buộc sẽ sinh ra ứng suất nhiệt [4]. Khi ứng suất nhiệt vượt qua cường độ chịu kéo của BTĐL, bê tông sẽ bị nứt. Mặc dù lượng xi măng của đập BTĐL là nhỏ hơn nhiều so với đập bê tông truyền thống, nhưng đập BTĐL có tốc độ thi công nhanh, do vậy chênh lệch nhiệt độ ở trung tâm khối đổ và bề mặt được duy trì tương đối lớn sau khi thi công, đây là nguyên nhân dẫn đến lớp ngoài bê tông chịu kéo, bên trong chịu nén, gây ra ứng suất làm nứt BTĐL [5]. Việc xảy ra nứt đập BTĐL là rất nghiêm trọng, ảnh hưởng lớn đến chất lượng của toàn bộ công trình. Để giảm nhiệt trong thi công BTĐL, có thể thực hiện một số giải pháp như sau:

- Giảm nhiệt thủy hóa của xi măng;

Ngày nhận bài: 01/8/2016

Ngày thông qua phản biện: 27/8/2016

Ngày duyệt đăng: 30/8/2016

- Phát tán nhiệt ra môi trường nhanh chóng;
- Hạ thấp nhiệt độ của hỗn hợp BTĐL;
- Dẫn nhiệt trong lòng khối đổ.

Trong các giải pháp trên thì giải pháp giảm nhiệt thủy hóa xi măng bằng cách giảm lượng dùng xi măng khi sử dụng phụ gia hỗn hợp siêu dẻo, tro bay nhiệt điện và phụ gia polymer là giải pháp lựa chọn nghiên cứu.

2. CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA VIỆC SỬ DỤNG TỔ HỢP PHỤ GIA SIÊU DẸO, TRO BAY VÀ POLYMER ĐỂ GIẢM NHIỆT TRONG KHỐI ĐỔ BTĐL

- Ảnh hưởng của phụ gia siêu dẻo kéo dài thời gian đông kết (S) đến BTĐL

Đối với BTĐL, khi trộn thêm với một lượng phụ gia S thích hợp sẽ nâng cao tính dẻo của hỗn hợp BTĐL, kéo dài thời gian đông kết và ứng xử tốt hơn đối với sự dẫn nở do nhiệt từ trong khối bê tông tỏa ra, đủ dẻo để không gây ra hiện tượng nứt. Phụ gia S giảm tỷ lệ N/X làm tăng cường độ nén và những nghiên cứu tiếp theo còn nhận thấy làm tăng độ đặc chắc và khả năng chống thấm của bê tông.

Phụ gia hoá cho bê tông đến nay có thể phân thành 3 thế hệ dựa vào bản chất hoá học hoặc cơ chế tác dụng dẻo hoá xi măng (X) của phụ gia: (1)- Trên cơ sở lignosunfonat (LS), (2)- Trên cơ sở Naphthalen fomandehyt sunfonat (NFS), Melamin fomandehyt sunfonat (MFS), (3)- Trên cơ sở poliacboxylat và poliacylat.

Phụ gia thế hệ 3 là poliacboxylat có đặc trưng cấu trúc mạch nhánh nên tác dụng dẻo hoá cao hơn so với thế hệ 1 và thế hệ 2, ít nhạy cảm với dạng và thành phần khoáng X, đồng thời duy trì tính công tác của hỗn hợp bê tông dài hơn so với các thế hệ phụ gia dẻo hoá 1 và 2. Việc sử dụng phụ gia S đóng vai trò quan trọng trong cấp phối thành phần BTĐL, giữ vai trò chính trong việc cải thiện một số tính chất của BTĐL [6].

- Ảnh hưởng của phụ gia khoáng hoạt tính tro bay (T) đến BTĐL

- Bổ sung thành phần hạt mịn: Cùng với X

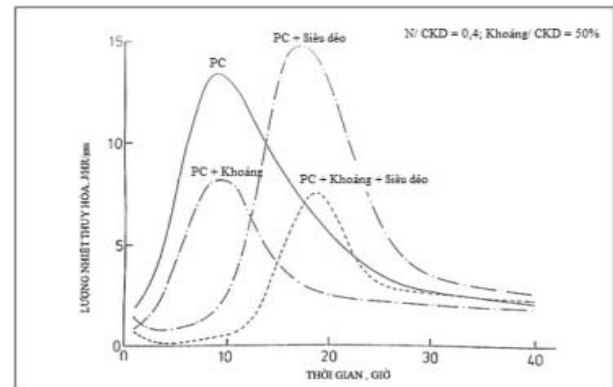
điền đầy khoảng trống các hạt cốt liệu nhỏ, giảm lỗ rỗng trong BTĐL làm tăng khả năng chống thấm cho BTĐL.

- Phản ứng puzolanic: T có thành phần SiO_2 hoạt tính, sẽ tác dụng với Ca(OH)_2 tạo ra các sản phẩm CSH làm tăng cường độ, độ đặc chắc vùng giao diện chuyển tiếp, làm tăng độ bám dính giữa đá X và hạt cốt liệu làm tăng cường độ dài ngày và tăng khả năng chống thấm BTĐL.

- Giảm lượng dùng nước: Do T có dạng hình cầu nên diện tích bề mặt nhỏ, có tác dụng trơn trượt làm tăng tính công tác giảm lượng nước cho hỗn hợp BT. Điều này đồng nghĩa với, giảm lượng nước dư trong BTĐL, tăng độ đặc chắc, cường độ BTĐL và khả năng chống thấm.

- Giảm nhiệt thủy hóa của BTĐL.

Biện pháp hữu hiệu giảm thiểu nứt do nhiệt của bê tông là sử dụng lượng T cao để thay thế X.



Hình 1. Quan hệ nhiệt thủy hóa của chất kết dính theo thời gian

- Ảnh hưởng của phụ gia Polymer (P) trong BTĐL

Phụ gia P biến đổi cấu trúc đá X nâng cao tính chống thấm BT theo cơ chế vật lý (Lấp đầy hoặc tạo màng bịt kín lỗ rỗng mao quản, cải thiện cấu trúc đá X theo hướng giảm lỗ rỗng thông nhau nhờ đó nâng cao khả năng chống thấm của BTĐL), cơ chế hóa học (Nhóm chức $-\text{COOH}$, SO_3^{-2} , OH^- , tương tác với thành phần khoáng và sản phẩm thủy hóa X Ca(OH)_2 ...).

Trên cơ sở những lập luận đã trình bày trên đây

về vai trò của từng loại phụ gia trong BTĐL, có thể đưa ra giả thiết khoa học rằng việc sử dụng tổ hợp phụ gia S+T+P có thể cải thiện một số tính chất kỹ thuật của BTĐL dùng cho đập trong điều kiện Việt Nam theo hướng: Nâng cao khả năng chống thấm; Nâng cao cường độ nén; Giảm nhiệt độ T_{max} trong qua trình thi công BTĐL; Cải thiện cấu trúc và nâng cao tính đồng nhất.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA TỔ HỢP PHỤ GIA S+T+P ĐẾN NHIỆT ĐỘ ĐOẠN NHIỆT CỦA BTĐL CÔNG TRÌNH NƯỚC TRONG - QUẢNG NGÃI

3.1. Vật liệu và cấp phối BTĐL thi công công trình Nước Trong

Vật liệu dùng cho BTĐL thi công công trình đập Nước Trong: Xi măng PC-40 Kim Định đạt tiêu chuẩn TCVN 2682: 2009, cát vàng sông Nước Trong, đá khai thác tại công trình phù hợp TCVN 7570: 2006, tro bay Phả Lại phù hợp TCVN 8825 : 2011 , phụ gia CĐK TM25 – Sika, phụ gia giảm nước Plastimen 96-Sika phù hợp với TCVN 8826 : 2011.

Các tính chất cơ lý của Vật liệu đầu vào[6]:

Bảng 1. Tính chất cơ lý của tro tuyển Phả lại

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	Yêu cầu theo TCVN 8825 : 2011
1	Tổng hàm lượng các ôxit SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3	%	88,9	≥ 70
2	Hàm lượng SO_3	%	0,1	≤ 5
3	Hàm lượng mất khi nung	%	4,4	≤ 6
4	Độ mịn trên sàng $45\mu m$	%	23,2	≤ 34
5	Chỉ số hoạt tính cường độ tuổi 28 ngày	%	86	>75
6	Lượng nước yêu cầu	%	96,0	< 105
7	Độ nở Autoclave	%	0,028	$\leq 0,8$
8	Khối lượng riêng	g/cm^3	2,41	-

Bảng 2. Tính chất cơ lý của đá dăm

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	PP thử
1	Khối lượng riêng	g/cm^3	2,9	TCVN 7572 : 2006
2	Khối lượng thể tích xộp	kg/m^3	1463	
3	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,3	
4	Độ hút nước bão hòa khô bề mặt	%	0,4	

Bảng 3. Tính chất cơ lý của cát nghiền

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	PP thử
1	Khối lượng riêng	g/cm^3	2,90	TCVN 7572:2006
2	Khối lượng thể tích xộp ở trạng thái khô	kg/m^3	1702	
3	Độ rỗng ở trạng thái khô	%	41,31	
4	Độ hút nước bão hòa khô bề mặt	%	1,25	
5	Độ ẩm tự nhiên	%	0,45	
6	Hàm lượng sét cục và hạt yếu	%	0,24	
7	Hàm lượng tạp chất hữu cơ	So màu	Không thấm hơn màu chuẩn	TCVN 7572:2006

Bảng 4. Tính chất cơ lý của phụ gia siêu dẻo S

STT	Chỉ tiêu kỹ thuật	Kết quả
1	Dạng /màu	Chất lỏng/nâu đậm
2	Khối lượng thể tích	$1,15 \pm 0,02 \text{kg/lít}$
3	Hàm lượng Clorua	Không có
4	Hàm lượng chất khô, %	40
5	Liều dùng	$0,2 \div 2 \text{ lít/100kg xi măng (CKD)}$
6	Khả năng giảm nước, %	Tối 40
7	Khả năng kéo dài thời gian đông kết	Bắt đầu: đến 25 giờ Kết thúc: đến 85 giờ
8	Khả năng tương thích	Phù hợp với BTĐL thi công trong điều kiện Việt Nam

Bảng 5. Tính chất của phụ gia P

STT	Chỉ tiêu kỹ thuật	Kết quả
1	Gốc	Hỗn hợp chất hữu cơ Polymetymetacrylate
2	Dạng / màu	Bột mịn dạng nén, Dmax 28micromet/trắng
3	Khối lượng thể tích	$1,18 \text{ g/cm}^3$
4	Hàm lượng clorua	không
5	Hàm lượng chất khô, %	98,5
6	Liều lượng	$0,5 \div 2\% \text{ XM}$
7	Khả năng tương thích	Tương thích với tất cả các loại phụ gia chậm đông kết, giảm nước

Bảng 6. Thành phần cấp phối BTĐL (cơ bản) công trình Nước Trong

STT	Loại cấp phối	Trạng thái VL	XM (Kg)	TB (Kg)	Cát (Kg)	Đá dăm (Kg)		TM25, lít	PL96, lít	Nước (Lít)
						5-20	20-40			
1	NT ₀	Bão hòa khô mặt	125	240	713	761	622	2,6	0,8	115

BTĐL thi công tại công trình Nước Trong có các thông số kỹ thuật:

$T_{kđk} \leq 70 \text{h}$; cường độ nén thiết kế tuổi 90 ngày 20 Mpa; độ chống thấm W6 tuổi 90 ngày.

Tính công tác $V_c = 20 \pm 3 \text{ sec}$; $T_{bđk} = 18 \pm 2 \text{ h}$;

Bảng 7. Thành phần cấp phối BTĐL M20W8 ứng dụng (Sử dụng tổ hợp phụ gia)

STT	Trạng thái VL	X (Kg)	Tổng T (Kg)	Cát (Kg)	Đá dăm (Kg)		S, lít	DM200, kg	Nước (lít)
					5-20	20-40			
1	Khô	70	230	722	744	623	2,5	2,2	100

Các tính chất của hỗn hợp BTĐL và BTĐL như trong bảng 8.

Bảng 8. Tính chất của hỗn hợp BTĐL và BTĐL M20W8 ứng dụng

TT	Tính công tác, giây	Thời gian đông kết, h.ph		KLTT hh bê tông, kg/m ³	KLTT bê tông tuổi 90 ngày kg/m ³	Cường độ nén, MPa		Độ chống thấm tuổi 90 ngày	
		T _{BĐĐK}	T _{KTĐK}			R ₂₈	R ₉₀	K _{th} , cm/s	W
1	19	16.20	48.25	2488	2452	24,6	31,6	25,1×10 ⁻¹⁰	8

3.2 Tính toán nhiệt độ đoạn nhiệt của BTĐL:

Nhiệt độ đoạn nhiệt của BTĐL bao gồm nhiệt độ của hỗn hợp BTĐL cộng với nhiệt độ tối đa của BTĐL do thủy hóa chất kết dính (CKD) sinh ra.

BTĐL thi công đập Nước Trong:

$$\Delta_t = \frac{BQ_0}{C_c} = \frac{425 \times 125}{2550} = 20,8^\circ \text{C}$$

BTĐL có sử dụng kết hợp

$$S+T+P: \Delta_t = \frac{BQ_0}{C_c} = \frac{425 \times 70}{2355} = 12,6^\circ \text{C}$$

Trong đó: B – Tổng lượng dùng CKD, kg/m³;

Q₀ – Nhiệt thủy hóa của CKD, kJ/kg;

C_c – Nhiệt dung riêng của CKD, kJ/m³ °C

Như vậy Δ_t BTĐL ứng dụng giảm được khoảng 8,2 °C so với BTĐL đập Nước Trong, đồng nghĩa với nhiệt độ đoạn nhiệt BTĐL ứng dụng giảm được 8,2 °C.

4. KẾT LUẬN

Có nhiều giải pháp nhằm giảm thiểu nhiệt độ trong khối đổ khi thi công BTĐL, tuy nhiên một trong những biện pháp hữu hiệu là biện pháp vật liệu. Nghiên cứu đã sử dụng phụ gia hỗn hợp S+P+T để giảm lượng dùng xi măng, kéo dài thời gian đông cứng của hỗn hợp và tăng cường độ, độ đặc chắc cho BTĐL. Cụ thể - BTĐL sử dụng tổ hợp phụ gia S+T+P giảm được lượng dùng xi măng tới 55 kg/m³ BTĐL, tương ứng với giảm nhiệt độ đoạn nhiệt khoảng 8,2 °C so với BTĐL của công trình Nước Trong không sử dụng phụ gia. Và như vậy biện pháp này đã làm giảm đáng kể nhiệt độ đoạn nhiệt của BTĐL góp phần làm giảm khả năng gây nứt trong khối BTĐL do ứng suất nhiệt gây ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] ACF, JCI, VCA, *Hướng dẫn kiểm soát nứt trong bê tông khối lớn*, phiên bản dịch tiếng Việt 2008, Hà Nội 2011;
- [2] Nguyễn Tiến Đích, *Công tác bê tông trong điều kiện khí hậu nóng ẩm Việt Nam*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội 2006;
- [3] Neville A. M. *Properties of Concrete*, Longman Group Limited, 1995;
- [4] Bộ NN&PTNT, *Khống chế nhiệt độ và phân khe trong đập trọng lực*, Nhà xuất bản Điện lực Trung Quốc, 1995, Phiên bản dịch tiếng Việt, Hà Nội 2006;
- [5] Bộ NN&PTNT, *Bê tông đầm lăn dùng cho đập*, Dự án cấp quốc gia Pháp 1988-1996, Phiên bản dịch tiếng Việt, Hà Nội 2006;
- [6] Nguyễn Quang Bình, *Luận án tiến sỹ: Nghiên cứu tổ hợp phụ gia để nâng cao khả năng chống thấm nước của BTĐL sử dụng cho đập trong điều kiện Việt Nam*, Hà Nội 2015.