

**KẾT QUẢ ỨNG DỤNG THỬ NGHIỆM BÊ TÔNG ĐẦM LẤN  
SỬ DỤNG TỔ HỢP PHỤ GIA (S+T+P) TẠI HIỆN TRƯỜNG  
CHO CÔNG TRÌNH ĐẬP NƯỚC TRONG**

**Nguyễn Quang Phú<sup>1</sup>, Nguyễn Quang Bình<sup>2</sup>**

**Tóm tắt:** Nghiên cứu sử dụng tổ hợp phụ gia Siêu dẻo chậm đông kết thể hệ mới (S) + Tro bay (T) + Polyme (P): (S+T+P) cho bê tông đầm lấn công trình đập Nước Trong đã đạt được cường độ chịu nén ở tuổi 90 ngày từ (29,7 ÷ 32,1) MPa, mác chống thấm W8. Trong khi đó lượng dùng xi măng giảm tới 55 kg/m<sup>3</sup> BTĐL, tương ứng với giảm nhiệt độ đoạn nhiệt khoảng 8,2 °C so với BTĐL thiết kế ban đầu của công trình Nước Trong. Việc sử dụng tổ hợp phụ gia (S+T+P) cho BTĐL sẽ cải thiện một số tính chất kỹ thuật của BTĐL dùng cho đập (nâng cao khả năng chống thấm, nâng cao cường độ nén, giảm nhiệt độ đoạn nhiệt) mang lại hiệu quả cao và khả thi trong điều kiện Việt Nam.

**Từ khóa:** Bê tông đầm lấn (BTĐL); Tro bay; Phụ gia siêu dẻo; Cường độ nén.

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Trên thế giới, bê tông đầm lấn (BTĐL) được nghiên cứu và ứng dụng từ năm 1960. Tại Việt Nam, việc nghiên cứu BTĐL được bắt đầu vào những năm 1990. Đến nay BTĐL đã được thi công hàng chục đập tại Việt Nam; kết quả đã khẳng định được ưu điểm vượt trội so với các công nghệ thi công khác là thi công nhanh, tiêu tốn ít xi măng (X), áp dụng cơ giới hóa cao, giá thành giảm.

Thành tựu về đập BTĐL ở Việt Nam là không thể phủ nhận, nhưng còn một số vấn đề lớn đang tồn tại trong công trình đập BTĐL là về hiện tượng thấm nước qua thân đập và nứt do nhiệt (Lê Minh và Nguyễn Quang Bình 2009). Vì vậy vấn đề này cần thiết phải được nghiên cứu và đưa ra hướng giải quyết một cách hợp lý nhất.

Theo các tài liệu (V.R. Riley and I. Razl, 1974; Nguyễn Quang Bình, 2014), có nhiều biện pháp để cải thiện khả năng chống thấm và giảm nhiệt độ đoạn nhiệt trong BTĐL, trong đó việc nghiên cứu giải pháp vật liệu sử dụng tổ hợp phụ gia cho BTĐL là một trong những biện pháp đơn giản, hiệu quả và khả thi trong điều kiện Việt

Nam. Sử dụng polyme trong thành phần của bê tông (S. Chandra and P. Flodin 1987) làm tăng khả năng phản ứng hydrat của xi măng, giảm lượng nước dùng, tăng độ đặc chắc của bê tông. Việc sử dụng kết hợp phụ gia polyme trong thành phần của BTĐL có tác dụng nâng cao khả năng chống thấm cho bê tông. Từ đó, đề tài đã tiến hành nghiên cứu tổ hợp phụ gia Siêu dẻo chậm đông kết thể hệ mới (S) + Tro bay (T) + Polyme (P): (S+T+P) để nâng cao khả năng chống thấm nước của bê tông đầm lấn sử dụng cho đập Nước Trong - Quảng Ngãi.

### **2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU**

Nghiên cứu (NC) sử dụng tổ hợp phụ gia Siêu dẻo chậm đông kết thể hệ mới (S) + Tro bay (T) + Polyme (P): (S+T+P), để cải thiện một số tính chất của BTĐL như khả năng chống thấm, cường độ nén, nhiệt độ đoạn nhiệt dùng cho xây dựng đập trong điều kiện Việt Nam. Kết quả NC được áp dụng hiện trường cho công trình đập Nước Trong - Quảng Ngãi.

Nghiên cứu trong điều kiện phòng thí nghiệm về: Ảnh hưởng của tổ hợp phụ gia (S+T+P) đến cường độ nén, khả năng chống thấm,  $T_{max}$  của BTĐL. Ứng dụng kết quả NC cho công trình thực tế đập Nước Trong - Quảng Ngãi, qua đó đánh giá hiệu quả kinh tế - kỹ thuật và nêu lên các đề xuất, kiến nghị.

---

<sup>1</sup> Khoa Công trình, Đại học Thủy lợi, Việt Nam.

<sup>2</sup> Viện Thủy công - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

### 3. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 3.1. Vật liệu sử dụng trong nghiên cứu

Đề tài sử dụng xi măng PC40 Kim Đình, Tro bay Phả Lại, đá dăm granit dùng thi công công trình Nước Trong - Quảng Ngãi, Cát vàng Sông Nước Trong đưa về Phòng nghiên cứu vật liệu - Viện Thủy công - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, phụ gia siêu dẻo thể hệ mới S được phối trộn từ phụ gia CĐK (GP101- Great: Mỹ) với phụ gia siêu dẻo giảm nước cao (ADVA 181 - Great: Mỹ), phụ gia Polyme DM 200 hãng Schooll - Đức. Các loại vật liệu này đạt yêu cầu dùng cho BTĐL theo các tiêu chuẩn hiện hành.

#### 3.2. Các phương pháp sử dụng trong nghiên cứu

Kết hợp NC trong phòng thí nghiệm với ứng dụng thi công thực tế tại công trình Nước Trong - Quảng Ngãi sử dụng các tiêu chuẩn, thiết bị thí nghiệm của các nước trên thế giới và Việt Nam.

##### 3.2.1. Các tiêu chuẩn thí nghiệm vật liệu:

**Xi măng:** Thời gian bắt đầu và kết thúc đông kết: TCVN 6017:1999; Khối lượng riêng: TCVN 4030:2003; Độ ổn định thể tích (PP Losatolie): TCVN 6017:1999; Cường độ nén: TCVN 6016:2011.

**Tro bay:** Tổng hàm lượng ( $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ): TCVN 7131:2002; Mất khi nung: TCVN 7131:2002; Độ ẩm: TCVN 7572:2006; Khối lượng riêng, độ mịn theo phương pháp Blaine: TCVN 4030:2003; Lượng sót trên sàng 45  $\mu\text{m}$ : TCVN 8827:2011; Hàm lượng  $\text{SO}_3$ : TCVN 7131:2002; Hoạt tính đối với XM: TCVN 6882:2001.

**Đá dăm:** Thành phần hạt: AASHTO T 27;

Khối lượng thể tích xốp, độ hút nước bão hoà, hàm lượng sét cục và hạt mềm yếu, khối lượng riêng, độ ẩm: TCVN 7572:2006; Yêu cầu đối với cốt liệu bê tông: TCVN 7570:2006.

**Cát:** Thành phần hạt: AASHTO T 27; Khối lượng thể tích xốp, khối lượng riêng, độ hút nước bão hoà, tạp chất hữu cơ, độ ẩm, hàm lượng bụi, bùn sét: TCVN 7572:2006; Yêu cầu đối với cốt liệu bê tông: TCVN 7570:2006.

##### 3.2.2. Các tiêu chuẩn thí nghiệm BTĐL

Hỗn hợp BTĐL và BTĐL: SL48÷94; Cường độ nén: TCVN 3118:1993; Khối lượng thể tích: TCVN 3108:1993; Mác chống thấm: TCVN 3116:1993; Độ xốp vữa BTĐL: ASTM D 4404-84.

### 4. ỨNG DỤNG THỬ NGHIỆM BÊ TÔNG ĐÀM LẤN SỬ DỤNG TỔ HỢP PHỤ GIA (S+T+P) TẠI HIỆN TRƯỜNG

Được sự đồng ý của Ban Quản lý đầu tư và xây dựng Thủy lợi 6 - Bộ NN & PTNN, Đề tài đã tiến hành thiết kế cấp phối BTĐL sử dụng tổ hợp phụ gia (S+T+P), thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của BTĐL trong phòng và thi công ứng dụng tại đập Nước Trong - Quảng Ngãi.

#### 4.1. Giới thiệu công trình hồ chứa nước Nước Trong

##### 4.1.1. Vài nét về công trình

Đập Nước Trong thuộc huyện Sơn Hà - Quảng Ngãi có dung tích toàn bộ là  $V_h=289.50 \times 10^6 \text{m}^3$ . Đập chính ngăn sông dạng đập bê tông trọng lực, công nghệ bê tông đầm lăn (RCC) cao 69,0 m.

Công trình thi công trộn hỗn hợp BTĐL bằng máy trộn hai trục nằm ngang công suất 250  $\text{m}^3/\text{h}$ . Một số hình ảnh thi công BTĐL đập Nước Trong như hình 4.1 đến 4.4



Hình 4.1. Trạm trộn BTĐL



Hình 4.2. San BTĐL



Hình 4.3. Đầm BTĐL



Hình 4.4. Khoan mẫu BTĐL

#### 4.1.2. 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 PC40 Kim Đình, cát vàng sông Nước Trong, đá khai thác tại công trình, tro bay Phả Lại, phụ gia CĐK TM25 - Sika, phụ gia giảm nước Plastimen 96-Sika. Các

loại vật liệu này đã được nghiên cứu thí nghiệm đạt yêu cầu dùng cho BTĐL theo các tiêu chuẩn hiện hành.

Thành phần cấp phối BTĐL sử dụng cho công trình Nước Trong được thiết kế thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật đặt ra. Kết quả cho như bảng 4.1.

**Bảng 4.1. Thành phần cấp phối BTĐL 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 <sub>0</sub>	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: Tính công tác  $V_c = 20 \pm 3$  sec;  $T_{bđk} = 18 \pm 2$  h;  $T_{kđk} \leq 70$ h; cường độ nén thiết kế tuổi 90 ngày đạt 20 MPa; mác chống thấm tuổi 90 ngày đạt W6.

#### 4.2. Kết quả ứng dụng tổ hợp phụ gia cho BTĐL tại hiện trường

4.2.1. Thiết kế thành phần cấp phối BTĐL ứng dụng

Tính toán thành phần cấp phối BTĐL ứng dụng thi công theo điều kiện cường độ và độ chống thấm dựa trên kết quả nghiên cứu tổ hợp phụ gia (S+T+P). Các yêu cầu về cường độ và độ chống thấm như sau: Cường độ nén tuổi 90 đạt 20 MPa, độ chống thấm tuổi 90 ngày cao hơn 1 cấp đạt W8. Kết quả thành phần cấp phối cho như bảng 4.2. Các tính chất của hỗn hợp BTĐL và BTĐL như trong bảng 4.3.

**Bảng 4.2. Thành phần cấp phối BTĐL R<sub>90</sub>M20W8 ứng dụng**

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

**Bảng 4.3. Tính chất của hỗn hợp BTĐL và BTĐL R<sub>90</sub>M20W8 ứng dụng**

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

Như vậy, các chỉ tiêu tính chất cơ lý của BTĐL ứng dụng (S+T+P) đạt yêu cầu về tính công tác, thời gian đông kết, cường độ nén. Độ chống thấm W8 cao hơn so với BTĐL Nước Trong đã thiết kế 1 cấp, lượng dùng xi măng giảm 55 kg/m<sup>3</sup>.

4.2.2. Kết quả thi công hiện trường

Kết quả thí nghiệm của BTĐL sử dụng tổ hợp phụ gia (S+T+P) (R<sub>90</sub>M20W8) ứng dụng tại công trình Nước Trong và BTĐL thực tế thi công công trình Nước Trong (R<sub>90</sub>M20W6). So sánh đánh giá giữa hai loại BTĐL này được thể hiện trong bảng 4.4.

**Bảng 4.4. Tổng hợp và so sánh kết quả BTĐL R<sub>90</sub>M20W8 và R<sub>90</sub>M20W6**

STT	Chỉ tiêu kỹ thuật	BTĐL R <sub>90</sub> M20W8 ứng dụng	BTĐL R <sub>90</sub> M20W6 Nước Trong	So sánh R <sub>90</sub> M20W8 với R <sub>90</sub> M20W6
1	Độ công tác (Vc), giây	17÷21	17÷23	Tương đương
2	Số lần đầm nén	10	12	Giảm 2 lượt
3	Độ chặt hiện trường	0.98÷1	0.97÷1	Tương đương
4	T <sub>BĐĐK</sub> , giờ.phút	16.20÷18.15	16.10÷17.30	Tương đương
5	T <sub>KTĐK</sub> , giờ.phút	41.10÷48.25	35.20÷38.55	Tăng
6	R <sub>90</sub> mẫu trụ, MPa	29,7 ÷ 32,1	25,9÷27,8	Tăng
7	KLTT của BTĐL, kg/m <sup>3</sup>	2421÷ 2463	2373÷ 2410	Tăng
8	Độ chống thấm, atm	8	6	Tăng
9	Δ <sub>t</sub> , °C	12,6	20,8	Giảm
10	Chi phí cho 1m <sup>3</sup> BTĐL, đ	1.139.224	1.136.113	Tăng 3.111đ

Từ kết quả thi công, thí nghiệm hiện trường cho thấy: Tính công tác Vc, thời gian đông kết của hai loại BTĐL là tương đương nhau; Số lượt đầm nén của BTĐL ứng dụng giảm hai lượt so với BTĐL thi công Nước Trong, do BTĐL ứng dụng sử dụng phụ gia siêu dẻo thế hệ mới, ngoài mức độ giảm nước thì khả năng dẻo hóa cao nên các hạt mịn CKD có độ trơn trượt lớn hơn do hiệu ứng tĩnh điện kết hợp với mạch không gian làm cho các hạt sắp xếp lèn chặt nhanh hơn dưới tác dụng của lực đầm rung; Cường độ nén và độ chống thấm tuổi 90 ngày của mẫu trụ khoan BTĐL ứng dụng cao hơn so

với BTĐL thực tế thi công đập Nước Trong.

**4.3. Tính toán nhiệt BTĐL**

+ BTĐL thi công đập Nước Trong:

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

+ BTĐL ứng dụng:  $\Delta_t = \frac{BQ_0}{C_c} = \frac{425 \times 70}{2355} = 12,6^\circ C$

Như vậy Δ<sub>t</sub> của BTĐL ứng dụng giảm được khoảng 8,2 °C so với BTĐL thực tế thi công đập Nước Trong, đồng nghĩa với việc kết hợp sử dụng tổ hợp (S+T+P) thì nhiệt độ đoạn nhiệt BTĐL ứng dụng giảm được 8,2 °C so với BTĐL không sử dụng P.

#### 4.4. Đánh giá hiệu quả kinh tế - kỹ thuật

Để đánh giá hiệu quả kinh tế của việc ứng dụng tổ hợp phụ gia (S+T+P) cho thi công đập BTĐL, đề tài tiến hành so sánh giá thành sản phẩm 01m<sup>3</sup> BTĐL trong cùng điều kiện thi công ở đập Nước Trong về các mặt chi phí vật liệu, nhân công và máy thi công.

Tổng chi phí cho 01 m<sup>3</sup> BTĐL ứng dụng: 1.139.224 (đ)

Tổng chi phí cho 01m<sup>3</sup> BTĐL tại công trình Nước Trong là: 1.136.113 (đ)

Như vậy, giá thành 01 m<sup>3</sup> BTĐL thành phẩm sử dụng tổ hợp phụ gia (S+T+P) cao hơn so với giá BTĐL đập Nước Trong là:

$$1.139.224 - 1.136.113 = 3.111 \text{ (đ)}$$

Giá của 01m<sup>3</sup> BTĐL ứng dụng tổ hợp phụ gia (S+T+P) tăng so với BTĐL của đập Nước Trong là 3.111 (đ), tương đương 0,27%, chi phí tăng thêm không đáng kể. Có thể coi giá thành hai loại bê tông là tương đương nhau.

#### 5. KẾT LUẬN

Trên cơ sở kết quả ứng dụng tổ hợp phụ gia (S+T+P) tại hiện trường công trình xây dựng đập Nước Trong có thể rút ra một số kết luận sau đây:

+ Đề tài đã ứng dụng BTĐL dùng tổ hợp phụ gia (S+T+P) vào công trình đập Nước Trong với kết quả như sau:

- Cường độ BTĐL sử dụng tổ hợp phụ gia (S+T+P) đạt từ (29,7 ÷ 32,1) MPa, lớn hơn so

với cường độ BTĐL của công trình Nước Trong (25,9 ÷ 27,8) MPa;

- Độ chống thấm của BTĐL ở tuổi 90 ngày sử dụng tổ hợp phụ gia (S+T+P) đạt W8, tức là cao hơn 1 cấp so với BTĐL của công trình Nước Trong (W6);

- BTĐL sử dụng tổ hợp phụ gia (S+T+P) giảm được lượng dùng xi măng tới 55 kg/m<sup>3</sup> BTĐL, tương ứng với giảm nhiệt độ đoạn nhiệt khoảng 8,2 °C so với BTĐL của công trình Nước Trong.

+ Giá thành 1m<sup>3</sup> BTĐL ứng dụng tương đương với 1m<sup>3</sup> BTĐL thi công Nước Trong.

+ Công nghệ chế tạo BTĐL sử dụng tổ hợp phụ gia (S+T+P) tương tự như chế tạo BTĐL đang thi công ở công trình đập Nước Trong, nhưng giảm được 2 lần đầm nén.

+ Kết quả nghiên cứu thực nghiệm đã khẳng định rằng phụ gia P trong tổ hợp phụ gia (S+T+P) có hiệu quả nâng cao được khả năng chống thấm của BTĐL.

+ Kết quả nghiên cứu thực nghiệm và ứng dụng hiện trường có thể khẳng định rằng giả thuyết khoa học về việc sử dụng tổ hợp phụ gia (S+T+P) để cải thiện một số tính chất kỹ thuật của BTĐL dùng cho đập (nâng cao khả năng chống thấm, nâng cao cường độ nén, giảm nhiệt độ đoạn nhiệt) là đúng hướng, có hiệu quả cao và khả thi trong điều kiện Việt Nam.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

BhushanL., Karihaloo (1995), "*Fracture mechanics structural concrete*". Longman S&T, 1995, 330p.

Các tiêu chuẩn TCVN, ASTM, AASHTO.

Hoàng Phó Uyên, Nguyễn Quang Bình (2009), "*Phương thức kiểm tra, đánh giá chất lượng bê tông đầm lăn trong các công trình thủy lợi, thủy điện*", 50 năm - Tuyển tập khoa học công nghệ - xây dựng và phát triển 1959 - 2009, tập II - Nhà xuất bản Nông nghiệp, số tháng 10/2014, p.384-390.

Lê Minh, Nguyễn Quang Bình (2009), "*Giải pháp vật liệu nâng cao chống thấm cho bê tông đầm lăn công trình thủy lợi*", 50 năm - Tuyển tập khoa học công nghệ - xây dựng và phát triển 1959 - 2009, tập II - Nhà xuất bản Nông Nghiệp, số tháng 10/2014, p.400-406.

Nguyễn Ngọc Bách (2005), "*Quy phạm thiết kế đập bê tông đầm lăn - tiêu chuẩn SL 314- 2004 của Trung Quốc*", Công ty tư vấn xây dựng thủy lợi, 1/2005.

Nguyễn Quang Bình (2014), "*Vấn đề thấm đập bê tông đầm lăn ở Việt Nam - Nguyên nhân và giải pháp khắc phục*", Tạp chí xây dựng - Nhà xuất bản Xây dựng, số tháng 10/2014, p.159-162.

Nguyễn Quang Bình, (2014), "*Nghiên cứu tổ hợp phụ gia siêu dẻo đa tính năng - khoáng hoạt tính - polymer để nâng cao chống thấm cho bê tông đầm lăn đập trọng lực*", Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, số 23, p.50-57.

S. Chandra and P. Flodin (1987), "*Interactions of polyemns and organic admixture on Portland cement hydration*", Cem. Concr, res., 1987, V.17, p.875-890.

V.R. Riley, I. Razl (1974), "*Polymer additive for cement composites, Composites*" 1974, V.5(1), p.27-33.

**Abstract:**

**THE RESULTS APPLICATION OF ROLLER COMPACTED CONCRETE  
TEST USING THE ADDITIVES COMBINATION (S + T + P)  
AT THE SITE FOR NUOC TRONG DAM PROJECT**

*The studying used a combination of the new generation Super-plasticizer retarding additives (S) + Fly ash (T) + Polymers (P): (S + T + P) for Roller Compacted Concrete Nuoc Trong dam has achieved the compressive strength at 90 days of age (29.7 ÷ 32.1) MPa, Waterproof level W8. Meanwhile the cement volume decreased to 55 kg/m<sup>3</sup> RCC, corresponding to the adiabatic temperature decrease about 8.2°C to compare with the original RCC design of Nuoc Trong works. The using of combination additives (S + T + P) for RCC will improve some of the technical properties of RCC using for dams (enhanced waterproof, enhanced compressive strength, and reduced adiabatic temperature) its highly effective and feasible in Vietnam condition.*

**Keywords:** Roller Compacted Concrete; Fly Ash; Super-plasticizer; Compressive strength.

---

*BBT nhận bài: 12/10/2015*

*Phản biện xong: 30/11/2015*