

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU NÂNG CAO TÍNH CHỐNG THẤM CHO BÊ TÔNG ĐẦM LẤN

PGS.TS. Lê Minh, Th.S. Nguyễn Tiến Trung
TS. Hoàng Phó Uyên, Th.S. Nguyễn Quang Bình
Viện KH Thủy lợi.

Tóm tắt: Bài viết giới thiệu kết quả bước đầu nghiên cứu tại Viện Khoa học Thủy lợi nhằm nâng cao tính chống thấm BTĐL đạt CT-6 bằng các biện pháp sử dụng phụ gia hóa học, phụ gia xử lý bề mặt

1. Xu hướng sử dụng bê tông đầm lặn chống thấm thay bê tông thường

Các đập bê tông đầm lặn trọng lực kiểu cũ có dạng kết cấu điển hình là “vàng bọc bạc”. Trong đó, bê tông đầm lặn được sử dụng làm lõi đập. Bao bọc xung quanh là lớp vỏ bê tông thường chống thấm cao dày 2-3 m. Hầu hết các đập trọng lực bê tông đầm lặn của Nhật và Trung Quốc được xây trong thế kỷ XX đều dùng kết cấu này. Đối với chúng, người ta không đặt yêu cầu chống thấm cho bê tông đầm lặn trong lõi đập.

Trung Quốc là nước dẫn đầu trong việc nghiên cứu và áp dụng bê tông đầm lặn chống thấm cao để xây dựng đập bê tông đầm lặn. Năm 1986 Trung Quốc hoàn thành đập bê tông đầm lặn đầu tiên Khanh Khẩu, cao 57m, theo kiểu “vàng bọc bạc”. Chỉ ít năm sau (1989) Trung Quốc xây dựng thành công đập trọng lực bê tông đầm lặn Thiên Sinh Kiều (cao 61 m), sử dụng bê tông đầm lặn chống thấm bằng bê tông cấp phối 2 thay bê tông thường. Năm 1993, Trung Quốc hoàn thành đập vòm bê tông đầm lặn đầu tiên (đập Phở Định, cao 75 m), sử dụng bê tông đầm lặn chống thấm R₉₀200, W6. Năm 1999, Trung Quốc xây dựng xong đập bê tông đầm lặn cao nhất của Trung Quốc (đập Giang Á, cao 131 m) sử dụng bê tông đầm lặn R₉₀ 200, W6. Tính đến năm 2004, Trung Quốc có hơn 10 đập sử dụng bê tông đầm lặn chống thấm cao thay cho bê tông thường.

Việc sử dụng bê tông đầm lặn chống thấm đã được Trung Quốc tiêu chuẩn hóa trong tài liệu

“Nguyên tắc thiết kế đập bê tông đầm lặn và tổng quan thi công đập bê tông đầm lặn”.

Các kinh nghiệm của Trung Quốc đang được Việt Nam tiếp thu và đưa vào các công trình của mình. Công trình đầu tiên ở Việt Nam được thiết kế sử dụng bê tông đầm lặn chống thấm là đập thủy điện Sơn La cao 139 m, R₃₆₅200 CT8, CT10, đang thiết kế kỹ thuật. Công trình thủy lợi Định Bình sử dụng bê tông đầm lặn chống thấm CT4, đang thi công gần xong. Tuy nhiên đập bê tông đầm lặn chống thấm CT4 trong công trình thủy lợi Định Bình không thay thế lớp vỏ bê tông chống thấm. Sắp tới có một số công trình thủy điện thủy lợi sử dụng bê tông đầm lặn chống thấm thay bê tông thường như Bản Vẽ, Nước Trong...

Vì vậy, việc nghiên cứu nâng cao chống thấm cho bê tông đầm lặn để thay bê tông thường là nhu cầu cấp thiết ở nước ta hiện nay

2. Mục tiêu, nội dung và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mục tiêu nghiên cứu:

Trong khuôn khổ đề tài cấp Bộ, thực hiện năm 2006 - 2007, Viện Khoa học Thủy lợi tiến hành nghiên cứu các giải pháp nhằm tạo ra bê tông đầm lặn có độ chống thấm CT6 (tương đương W6 của Trung Quốc) để phục vụ xây dựng các đập bê tông trọng lực của 1 số hồ chứa công trình thủy lợi.

2.2. Nội dung và phương pháp nghiên cứu:

Nội dung chính của đề tài là nghiên cứu một số giải pháp để nâng cao chống thấm bê tông

đầm lãn. Cụ thể là: Sử dụng phụ gia hóa học; cải thiện tính chất của phụ gia khoáng pudolan; sử dụng phụ gia tạo khoáng kết tinh; tối ưu hóa thiết kế cấp phối thành phần hạt cốt liệu.

Trên cơ sở kế thừa kết quả nghiên cứu của các công trình đã có trong và ngoài nước, đề tài tiến hành các thực nghiệm bổ sung, từ đó xác định khái quát mức độ nâng cao chống thấm cho bê tông đầm lãn của các giải pháp cụ thể.

2.3. Vật liệu sử dụng:

Vật liệu sử dụng cho nghiên cứu gồm các loại thông thường như: xi măng, cát, đá, phụ gia khoáng, phụ gia hóa học. Các vật liệu này phải đạt yêu cầu kỹ thuật để làm bê tông thủy công: Xi măng PC 40 Chinfon; Tro bay nhiệt điện Phả Lại; Pudolan Phong Mỹ; Pudolan Gia Quy - Vũng Tàu; Cát vàng sông Lô: module độ lớn - 2,59; Đá dăm gốc ba dan, D_{max} - 40 mm; Phụ gia giảm nước chậm ninh kết PLASTIMENT 96; Phụ gia siêu dẻo VISCO CRETE 3000; Phụ gia cuốn khí SIKA AER; Phụ gia khoáng kết tinh: INDOSEAL của hãng RADCRET (Mỹ)

2.4. Thiết bị và phương pháp thí nghiệm độ chống thấm của bê tông đầm lãn:

Thiết bị TN thấm BTĐL được sử dụng cho nghiên cứu gồm 2 loại:

+ Máy TN thấm nhãn hiệu MATEST của Ý

gồm 4 khuôn.

Dùng cho TN mẫu bê tông đầm lãn hình côn hoặc hình trụ (mẫu khoan)

+ máy TN thấm của Trung Quốc: gồm 6 khuôn, sử dụng mẫu bê tông hình côn, thí nghiệm độ chống thấm theo quy định tại tiêu chuẩn TCVN 3116-1993.

3. Kết quả thí nghiệm và nhận xét

Đề tài chưa tổng kết nghiệm thu nên dưới đây giới thiệu 1 số kết quả đạt được từ các nghiên cứu chuyên đề [1,2,3]

3.1. Kết quả khảo sát tính chất của bê tông đầm lãn Việt Nam

Đã khảo sát tính chất bê tông đầm lãn 4 công trình là đập Pleikrong, Sesan 4, Định Bình và Sơn La. Đây là các đập bê tông đầm lãn tiêu biểu đã và đang được xây dựng của ngành thủy điện và thủy lợi. Đặc điểm kỹ thuật và cấp phối bê tông đầm lãn các công trình này nêu ở bảng 1 đến bảng 5. Việc lấy mẫu được tiến hành tại các bãi đổ đầm thử nghiệm trước khi thi công chính thức các đập này. Nôn khoan bê tông có đường kính 150 mm, được đưa về phòng thí nghiệm để gia công và thí nghiệm các tính chất cơ lý theo tiêu chuẩn TCVN 239: 2000, TCVN 3113, 3115, 3116 và 3118: 1993. Kết quả khảo sát đánh giá tính chất bê tông đầm lãn 4 công trình ở bảng 6.

Bảng 1 : Đặc điểm kỹ thuật của một số đập BTĐL được khảo sát

Tên đập	Chiều cao, m	Loại bê tông	Khối lượng bê tông, m ³	Địa điểm	Yêu cầu chống thấm
Pleikrong	71	M150 D_{max} 40 R ₁₈₀	300.000	Tỉnh Kontum	Không yêu cầu
SeSan 4	87	M150 D_{max} 50 R ₃₆₅	850.000	Tỉnh Gia Lai	Không yêu cầu
Định Bình	47	M150 D_{max} 60 R ₉₀ M200 D_{max} 40, R ₉₀	240.000	Tỉnh Bình Định	CT2, CT4
Sơn La	215	M200	3.000.000	Tỉnh Sơn La	CT8,CT10

		$D_{max} 50 R_{365}$		
--	--	----------------------	--	--

Bảng 2 : Thành phần cấp phối bê tông đầm lăn đập Pleikrong

Tên đập	Mác bê tông	Tuổi	Tỉ lệ N/CDK	Thành phần cấp phối (kg)								
				X.mãng PC40 K. Đinh	Puzolan Gia Qui	Tổng CDK	Nước	Phụ gia hoá	Cát	Đá 5-10	Đá 10-20	Đá 20-40
Pleikrong	150	180	0.50	80	210	290	145	-	728	272	478	614

Bảng 3 : Thành phần cấp phối bê tông đầm lăn đập SêSan 4

Tên đập	Mác bê tông	Tuổi	Tỉ lệ N/CDK	Thành phần cấp phối (kg)								
				X.mãng PC40 K. Đinh	Puzolan Gia Qui	Tổng CDK	Nước	Phụ gia hoá	Cát	Đá 5-12,5	Đá 12,5-25	Đá 25-50
SeSan 4	150	365	0.65	80	160	240	155	-	729	665	425	239

Bảng 4 : Thành phần cấp phối bê tông đầm lăn đập Định Bình

Tên đập	Mác bê tông	Tuổi	Tỉ lệ N/CDK	Thành phần cấp phối (kg)								
				Ximãng PCB 40 Bim Sơn	Tro bay Phả Lại	Tổng CDK	Nước	Phụ gia hoá	Cát	Đá 5-20	Đá 20-40	Đá 40-60
Định Bình	150	90	2	105	140	245	122	2,49	772	526	215	600
	200	90	4	126	141	267	132	2,70	746	852	468	-

Bảng 5 : Thành phần cấp phối bê tông đầm lăn đập Sơn La

Tên đập	Mác bê tông	Tuổi	Tỉ lệ N/CDK	Thành phần cấp phối (kg)								
				Xi măng PC 40 Bim Sơn	Tro bay Phả Lại	Tổng CDK	Nước	Phụ gia hoá	Cát nghiền	Đá 5-10	Đá 10-20	Đá 20-50
Sơn La	200	365		60	140	200	123	1,5 - 2,0	892	376	493	587

Bảng 6 : Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của mẫu khoan BTĐL tại hiện trường

Tên đập	Mác bê tông thiết kế	Tuổi BTĐL tại thời điểm khoan mẫu, ngày	Khối lượng thể tích, kg/m^3	Cường độ nén, daN/cm ²	Độ hút nước, %	Độ chống thấm, atm
Pleikrong	M150, $D_{max} 40, R_{180}$	đã vượt tuổi thiết kế	2390	171	5,88	0
SeSan 4	M150, $D_{max} 50, R_{365}$	190 ngày	2418	153	5,67	0
Định Bình	M150, $D_{max} 60, R_{90}$	đã vượt tuổi	2424	232	5,12	2

Bình	M200, D _{max} 40, R ₉₀	thiết kế	2413	318	4,75	4
Sơn La	M200, D _{max} 50, R ₃₆₅	300	2549	220	4,95	4

Kết quả khảo sát và thí nghiệm mẫu khoan BTĐL của các đập Pleikrong, SeSan 4, Định Bình và Sơn La cho thấy :

- Thành phần cấp phối BTĐL các công trình này tương đối khác nhau, đặc biệt là lượng chất dính kết và tỉ lệ phụ gia khoáng trong chất dính kết. Điều này là do tuổi quy định mác bê tông và tính chất của cốt liệu tại các công trình này khác nhau.

- Bê tông đầm lăn ở các công trình đầu tiên của Việt Nam không có yêu cầu chống thấm vì đã thiết kế tường chống thấm bằng bê tông thường ở phía thượng lưu

- Bê tông đầm lăn tại công trình đập Định Bình có cường độ nén vượt khá cao so với yêu cầu. Độ chống thấm đạt CT2 đối với bê tông mác 150 và CT 4 đối với bê tông mác 200 (có thể coi như tương đương W2, W4 của Trung Quốc)

- Kết quả thí nghiệm cũng cho thấy bê tông đầm lăn Định Bình, Sơn La dùng phụ gia khoáng tro bay và phụ gia hoá học có độ chống thấm tốt hơn so với bê tông đầm lăn dùng phụ gia khoáng hoạt tính puzolan (Pleikrong, SeSan 4). Cấp phối bê tông công trình đập Định Bình và Sơn La có tỉ lệ N/CKD thấp hơn so với hai công trình còn lại.

- Lượng phụ gia khoáng hoạt tính trong cấp phối BTĐL của các công trình trên đều chiếm khá lớn so với BTĐL cùng mác của Trung Quốc. Việt Nam dùng 140 đến 210 kg/m³, trong

khi của TQ không quá 110 kg/m³. Điều này có thể do cát thiếu cỡ hạt từ 0,08 đến 0,14mm nên phải tăng lượng dùng phụ gia khoáng để bù đắp.

Nhìn chung, kết quả khảo sát đánh giá BTĐL tại các công trình Định Bình và Sơn La cho thấy việc đảm bảo độ chống thấm của BTĐL khó đạt hơn so với đảm bảo cường độ. Nhất là trong điều kiện đồng thời phải giảm lượng xi măng càng nhiều càng tốt để không chế nứt do ứng suất nhiệt.

3.2. Kết quả nghiên cứu sử dụng phụ gia hoá học để nâng cao chống thấm BTĐL

Đề tài sử dụng cấp phối bê tông đầm lăn mác 200 tuổi 90 ngày, độ công tác Vebe 10-15 giây. Thành phần cấp phối được thiết kế theo phương pháp của Trung Quốc.

Phụ gia sử dụng là phụ gia hóa của hãng SIKA (Thụy Sĩ) sản xuất tại Việt Nam, gồm: hóa dẻo PLASTIMENT 96, siêu dẻo VISCOCRETE 3000 và phụ gia cuốn khí SIKAAER

Các cấp phối BTĐL sử dụng phụ gia hóa học có thành phần xi măng, cát, đá, phụ gia khoáng giống với cấp phối không phụ gia (đối chứng). Riêng lượng nước được điều chỉnh để đảm bảo tính công tác (chỉ số Vebe) giống như cấp phối bê tông đối chứng.

Thành phần các cấp phối BTĐL, tỷ lệ phụ gia sử dụng và kết quả thí nghiệm được trình bày trong các bảng 7 và 8.

Bảng 7: Thành phần cấp phối BTĐL có phụ gia hóa học

TT	Ký hiệu	Loại, % phụ gia hóa học	N/CKD	N (kg)	Chất kết dính		Cát (kg)	Đá (kg)	PG (lYt)
					Xi măng (kg)	PGK (kg)			
Bê tông dùng phụ gia Tro bay Phả Lại									
1	M-0	Mẫu đối chứng không phụ gia	0.58	135	85	147	735	1455	0
2	M-1	Có Plastiment 96, 0.6lit/100kg CDK	0.53	122	85	147	735	1455	1.4
3	M-2	Có Viscocrete 3000, 1lit/100 kg CDK	0.46	107	85	147	735	1455	2.32
4	M-3	Có Sika Aer, 0.1 lit/100 kg CDK	0.56	130	85	147	735	1455	0.23
Bê tông dùng phụ gia Puzolan Gia Quí									
5	L-0	Mẫu đối chứng không phụ gia	0.63	156	90	156	726	1437	0
6	L-1	Có Plastiment 96, 0.5lit/100kg CDK	0.53	130	90	156	726	1437	1.23

7	M4-1	Có Viscocrete 3000, 1lit/100 kg CDK	0.45	111	90	156	726	1437	2.46
8	M4-2	Có Sika Aer, 0.1 lit/100 kg CDK	0.59	144	90	156	726	1437	0.25

Bảng 8 : Kết quả thí nghiệm các tính chỉ tiêu cơ lý của BTĐL có phụ gia hóa học

TT	Kí hiệu	Độ công tác, giây (chỉ số Vebe)	Cường độ nén, daN/cm ²		Độ chống thấm, atm	Nhận xét
			28 ngày	90 ngày		
Bê tông dùng phụ gia Tro bay Phả Lại						
1	M-0	12	171	236	2	
2	M-1	14	229	317	4	
3	M-2	11	282	396	6	
4	M-3	14	165	224	2	
Bê tông dùng phụ gia Puzolan Gia Qui						
5	L-0	14	131	147	0	BT không có khả năng chống thấm
6	L-1	12	167	204	2	
7	M4-1	15	215	223	4	
8	M4-2	13	135	160	0	BT không có khả năng chống thấm

Các kết quả thí nghiệm ở bảng 7 và 8 cho thấy:

- Cả 3 loại phụ gia hóa học nói trên góp phần cải thiện đáng kể tính công tác, cường độ và độ chống thấm của BTĐL.

- Các phụ gia giảm nước thông thường có thể tăng độ chống thấm của BTĐL lên 1 cấp (2atm) so với đối chứng.

- Độ chống thấm của BTĐL tăng lên một cách rõ rệt khi sử dụng loại phụ gia siêu dẻo thế hệ mới, cao hơn khoảng 4 atm so với đối chứng. Hiệu quả tăng chống thấm là do giảm tỷ lệ N/CKD

- Phụ gia cuốn khí cải thiện tính công tác của BTĐL nhưng không làm tăng cường độ và độ chống thấm của BTĐL. Điều này có thể do hàm lượng khí trong BTĐL tăng lên khi sử dụng phụ gia cuốn khí, dẫn đến triệt tiêu tác dụng của việc giảm tỷ lệ N/CKD

- Với cùng loại phụ gia hóa học, BTĐL dùng tro bay Phả Lại có cường độ và độ chống thấm cao hơn so với bê tông dùng pudolan Gia Qui. Có thể là pudolan Gia Qui có hệ số hoạt tính kém hơn tro bay Phả Lại, nên phản ứng kém hơn với Ca(OH)₂ và tạo ra ít gel silicat canxi hơn để lấp vào lỗ rỗng đá xi măng.

3.3. Kết quả nghiên cứu nâng cao chống thấm BTĐL bằng phụ gia khoáng kết tinh

Phụ gia tạo khoáng kết tinh là hoá chất có khả năng thâm sâu vào bê tông và tham gia phản ứng với Ca(OH)₂ trong đá xi măng tạo ra các khoáng

mới dạng tinh thể.

Đề tài sử dụng dung dịch Indoseal của hãng RADCRET (Mỹ) để thí nghiệm. Việc xử lý Indoseal chống thấm cho các mẫu thí nghiệm được thực hiện theo quy trình hướng dẫn của nhà sản xuất.

Thành phần cấp phối BTĐL kiểm tra là các mẫu có phụ gia siêu dẻo (M-1 và M4-1 trong bảng 7).

3.3.1. Ảnh hưởng của phụ gia Indoseal đến cấu trúc bê tông.

Sau khi xử lý mẫu bê tông bằng phụ gia Indoseal, tiến hành nghiên cứu cấu trúc bằng phương pháp theo dõi trên kính hiển vi điện tử. Quan sát cấu trúc của mẫu theo thời gian thấy có những khoáng mới bao bọc các hạt tro bay hoặc pudolan .

Muốn biết loại khoáng nào được hình thành cần tiếp tục tiến hành phân tích thành phần khoáng của đá xi măng. Tuy nhiên, điều này có thể không thành công nếu lượng khoáng mới tạo ra quá ít, không đủ rõ để nhận biết.

3.3.2. Ảnh hưởng của phụ gia Indoseal đến độ cứng bề mặt bê tông

Thí nghiệm cường độ bề mặt bê tông sau xử lý phụ gia Indoseal bằng phương pháp sử dụng súng bật nảy. Sử dụng loại súng Tecnotest của Italia, phạm vi đo từ 10-70 N/mm². Áp dụng tiêu chuẩn TCXD 239 : 2005. Tiến hành đo trị số bật nảy của

bê tông trước và sau khi xử lý phụ gia để so sánh đánh giá hiệu quả. Kết quả đo trị số bật nảy cho thấy cường độ bề mặt hầu như không tăng so với đối chứng, chứng tỏ các sản phẩm kết tinh chỉ có tác dụng lấp đầy lỗ rỗng của đá xi măng và làm tăng khả năng chống thấm nhưng không có khả năng nâng cao cường độ bê tông.

3.3.3. Ảnh hưởng của phụ gia Indoseal đến

độ chống thấm

Sau 03 ngày xử lý chống thấm bằng Indoseal, tổ mẫu đối chứng và có xử lý bằng Indoseal được đồng thời đưa vào 02 máy thử thấm hiệu MATES của Italia. Tiến hành thí nghiệm độ chống thấm theo TCVN 3116 – 1993.

Kết quả thí nghiệm thấm chi tiết thử trên từng mẫu và tổ mẫu được liệt kê cụ thể trong các bảng 9.

Bảng 9: Độ chống thấm của các mẫu BTĐL xử lý bằng Indoseal

TT	Loại mẫu	Ký hiệu mẫu	Độ chống thấm
1	Mẫu dùng tro bay, đối chứng	IDS-0-T	CT-6
2	Mẫu dùng tro bay, có xử lý	IDS-1-T	CT-8
3	Mẫu dùng pudolan, đối chứng	IDS-0-P	CT-4
4	Mẫu dùng pudolan, có xử lý	IDS-1-P	CT-6

Từ các kết quả thí nghiệm với phụ gia xử lý bề mặt ta thấy:

- Phụ gia dạng thấm thấu Indoseal không ảnh hưởng nhiều tới độ cứng bề mặt bê tông
- Phụ gia dạng thấm thấu Indoseal có khả năng tăng độ chống thấm nước của BTĐL lên 1 cấp (2atm) nhờ phản ứng tạo ra khoáng mới dẫn đến tăng độ đặc chắc của đá xi măng

5. Kết luận

- Việt Nam chưa có kinh nghiệm thực tế về sử dụng BTĐL chống thấm thay bê tông thường, nhưng việc áp dụng công nghệ này ở Việt Nam là

có cơ sở khoa học và có tính khả thi

- Trong phòng thí nghiệm, sử dụng phụ gia hoá dẻo và siêu dẻo thế hệ mới có thể tăng độ chống thấm BTĐL từ 2 đến 4 atm nhờ giảm tỷ lệ N/CKD; sử dụng phụ gia tạo khoáng để xử lý bề mặt có thể tăng độ chống thấm gần 2atm nhờ tăng độ đặc chắc của đá xi măng

- Cần tiếp tục nghiên cứu các biện pháp khác (tối ưu hoá thành phần cốt liệu, phương pháp thí nghiệm, các yếu tố thi công...) để giảm lượng dùng chất kết dính và tăng độ chống thấm BTĐL của Việt Nam./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1- Báo cáo chuyên đề “Khảo sát đánh giá tính chất một số bê tông đầm lăn đang dùng ở Việt Nam”. Viện KHTL, 2006
- 2- Báo cáo chuyên đề “Nghiên cứu sử dụng phụ gia hoá học để nâng cao chống thấm cho bê tông đầm lăn công trình thủy lợi”. Viện KHTL, 2006
- 3- Báo cáo chuyên đề “Nghiên cứu biện pháp silicat hoá bề mặt bê tông bằng phụ gia khoáng kết tinh để nâng cao chống thấm cho bê tông đầm lăn công trình thủy lợi”. Viện KHTL, 2007

Summary:

SEVERAL STUDIED RESULTS ON INCREASING THE WATER IMPERMEABILITY OF RCC

By Assoc. Prof. Le Minh, ME. Nguyễn Tiên Trung
Dr. Hoang Pho Uyen, ME. Nguyen Quang Binh
Institute for Water Resources

The article introduces the initial studied results on increasing the water impermeability of RCC at Vietnam Institute for Water Resources. The plasticizer, super plasticizer and surface treatment admixture are used to obtain the grade of impermeability W6.

Ng- ời phản biện: TS. Nguyễn Nh- Oanh