

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU NÂNG CAO KHẢ NĂNG CHỐNG THẤM CHO BÊ TÔNG ĐẦM LẤN

ThS. Nguyễn Thành Lê

Bộ NN và PTNT

PGS.TS. Hoàng Phó Uyên

Viện Thủy công

Tóm tắt: *Bê tông đầm lặn có khả năng chống thấm kém hơn bê tông truyền thống vì lượng dùng xi măng và lượng nước trộn thấp hơn nhiều. Để nâng cao khả năng chống thấm cho bê tông đầm lặn cần có biện pháp thích hợp trong việc thiết kế cấp phối, lựa chọn loại phụ gia khoáng, phụ gia hóa học và sử dụng biện pháp thi công phù hợp. Bài báo giới thiệu những kết quả đạt được trong quá trình nghiên cứu nâng cao khả năng chống thấm cho đập bê tông đầm lặn phù hợp với điều kiện của Việt Nam.*

ĐẶT VẤN ĐỀ

Bê tông đầm lặn (BTĐL) được xem là bước phát triển đột phá trong công nghệ đập bê tông. Ưu điểm nổi bật của BTĐL là sử dụng ít xi măng, chỉ bằng khoảng 25-30% so với bê tông thường, tốc độ thi công nhanh, nên giảm giá thành, đạt hiệu quả kinh tế cao. Vì thế, trong gần 40 năm qua, công nghệ BTĐL được phổ biến ngày càng rộng rãi trên thế giới.

Nhược điểm của BTĐL là chống thấm kém. Vì vậy, các đập bê tông đầm lặn kiểu cũ chỉ sử dụng BTĐL làm lõi đập, bao bọc xung quanh là lớp vỏ bê tông thường chống thấm dày 2÷3 m. Kết cấu đập kiểu này thường gọi là “vàng bọc bạc”. Nó được sử dụng phổ biến ở hầu hết các nước cho đến cuối thế kỷ XX. Trong quá trình nghiên cứu phát triển công nghệ BTĐL, Trung Quốc đã nghiên cứu và áp dụng thành công loại BTĐL có tính chống thấm cao thay cho bê tông thường. Năm 1989, Trung Quốc là nước đầu tiên trên thế giới xây dựng thành công đập trọng lực Thiên Sinh Kiều cao 61 m, hoàn toàn bằng bê tông đầm lặn. Tính đến 2004, Trung Quốc có hơn 10 đập bê tông mới kiểu này. Việc sử dụng BTĐL chống thấm thay cho bê tông thường đem lại hiệu quả kinh tế cao nhờ đơn giản hoá quá trình thi công. Những năm gần đây, Việt Nam bắt đầu nghiên cứu áp dụng BTĐL chống thấm cao thay cho bê tông thường để xây dựng

đập bê tông trọng lực. Kết quả thử nghiệm ở các công trình cho thấy, trong điều kiện hạn chế lượng xi măng, nâng cao tính chống thấm của BTĐL khó hơn nhiều so với đảm bảo yêu cầu về cường độ. Do nhu cầu phát triển thủy lợi thủy điện ở Việt Nam, nhiều đập bê tông được thiết kế theo công nghệ BTĐL, trong đó có một số đập thủy lợi thủy điện đã dùng BTĐL chống thấm thay cho bê tông thường. Vì vậy, nghiên cứu biện pháp nâng cao tính chống thấm của BTĐL trong điều kiện Việt Nam của Phòng nghiên cứu Vật liệu - Viện Thủy công vừa có ý nghĩa khoa học, vừa có giá trị thực tiễn cao.

I. MỤC TIÊU VÀ CÁCH TIẾP CẬN CỦA CHƯƠNG TRÌNH NGHIÊN CỨU

Mục tiêu của chương trình là đề xuất được cơ sở khoa học của một số biện pháp nâng cao tính chống thấm cho BTĐL công trình thủy lợi, đạt từ W6 trở lên.

Cách tiếp cận của chương trình là khảo sát đánh giá tính chất BTĐL chống thấm một số công trình đã và đang xây dựng ở Việt Nam, kế thừa các thành tựu Khoa học công nghệ về BTĐL trong và ngoài nước, từ đó lựa chọn các biện pháp khả thi để nghiên cứu áp dụng vào điều kiện nước ta.

Khi nghiên cứu kế thừa kinh nghiệm nước ngoài, ưu tiên chọn các giải pháp đã được khẳng

định và đưa vào tiêu chuẩn, quy chuẩn hoặc thử nghiệm thành công trên công trình thực tế.

Các biện pháp nâng cao chống thấm cho BTĐL sẽ được kiểm chứng bằng thực nghiệm trong phòng thí nghiệm, theo các tiêu chuẩn hiện hành. Kết quả thí nghiệm được so sánh với mẫu đã có của Việt Nam và của nước ngoài. Mẫu BTĐL phải đạt mức chống thấm W6 trở lên, với lượng dùng xi măng càng ít càng tốt, phụ gia khoáng hợp lý, tính khả thi cao trong điều kiện Việt Nam.

II. CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN NÂNG CAO TÍNH CHỐNG THẤM CỦA BTĐL

2.1 Cơ sở khoa học

Vấn đề cần quan tâm là BTĐL sử dụng xi măng chỉ bằng 25-30% so với bê tông thường thì có thể chống thấm như bê tông thường cùng mức được không? Để trả lời câu hỏi này cần làm rõ cơ sở khoa học và thực tiễn nâng cao chống thấm của BTĐL.

Về nguyên tắc, muốn nâng cao chống thấm cho BTĐL phải tăng độ đặc chắc, giảm độ rỗng. Vì BTĐL và bê tông thường có những điểm giống và khác nhau, nên biện pháp tăng đặc chắc cho BTĐL và tăng chống thấm có những điểm giống và khác nhau.

Sự giống nhau của BTĐL và bê tông thường thể hiện ở các điểm sau:

- BTĐL và bê tông thường có cùng bản chất vật liệu. Cả hai đều sử dụng các vật liệu thành phần tương tự như: Xi măng, cát, đá, phụ gia hoá học, phụ gia khoáng. Các yêu cầu kỹ thuật đối với vật liệu để làm BTĐL giống như đối với bê tông thường, trừ một số trường hợp BTĐL dùng làm công trình tạm, được phép dùng vật liệu phẩm chất kém hơn.

- Kết quả kiểm tra công trình thực tế cho thấy [1], các tính chất của BTĐL đóng rắn tương tự với tính chất của bê tông khối lớn.

- Cả hai loại bê tông có quy luật cường độ tương tự nhau:

- + Công thức Bolomay - Skramtaev áp dụng

cho bê tông thường M400 trở xuống

$$R_b = A.R_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right) \quad (2.1)$$

Trong đó:

R_b : Cường độ bê tông thường ở tuổi 28 ngày

R_x : Cường độ xi măng ở tuổi 28 ngày

A: Hệ số phẩm chất cốt liệu, thay đổi từ 0,55 - 0,65

X: Lượng xi măng trong $1m^3$

N: Lượng nước trong $1m^3$

+ Công thức cường độ BTĐL do Trung Quốc đúc kết và đưa vào quy trình thí nghiệm [9] có dạng tương tự với công thức (2.1) trên đây:

$$R_{dl} = A.R_{ckd} \left(\frac{CKD}{N} - B \right) \quad (2.2)$$

Trong đó:

R_{dl} : Cường độ BTĐL tuổi 90 ngày

A: Hệ số phẩm chất cốt liệu, bằng 0,811 đối với dăm, bằng 0,733 đối với sỏi

R_{ckd} : Cường độ chất kết dính (gồm xi măng và phụ gia khoáng), tuổi 28 ngày

CKD: Lượng chất kết dính trong $1m^3$ BTĐL

N: Lượng nước trong $1m^3$

B: Hệ số hồi quy, xác định bằng thực nghiệm.

B = 0,581: đối với dăm, B = 0,789: đối với sỏi.

- Quan hệ cường độ BTĐL liên quan đến tỷ lệ N/CKD và mức độ đầm tương tự của BT thường.

Xuất phát từ những điểm giống nhau trên đây của hai loại bê tông, chúng ta có thể kế thừa một số biện pháp nâng cao chống thấm cho BTĐL đã được kiểm chứng và khẳng định trên bê tông thường.

Bên cạnh đó, BTĐL và bê tông thường có điểm khác biệt sau đây, chủ yếu liên quan đến phương pháp thi công:

- BTĐL được rải trên diện rộng, thành từng lớp 30 đến 60 cm và đầm chặt bằng phương pháp lu rung, chịu ảnh hưởng của sự phân lớp. Trong khi đó bê tông thường đổ từng khối, kích thước nhỏ nhất là 1m và đầm chặt bằng phương pháp rung bên trong, rung bề mặt nên để đạt độ đồng nhất cao.

- BTĐL khác với bê tông thường về yêu cầu cường độ. Bê tông thường có dải cường độ phổ biến từ 10 đến 40 MPa, tuổi 28 ngày. BTĐL là bê tông khối lớn nên dải cường độ BTĐL yêu cầu không cao, phổ biến từ 15 đến 20 MPa, tuổi 90 ngày trở lên.

- Hàm lượng khí trong hỗn hợp BTĐL nhỏ hơn so với bê tông thường. Đây có thể coi là một lợi thế của BTĐL, vì giảm tổng lỗ rỗng và giảm nguy cơ thấm nước.

Sự khác biệt về phương pháp thi công nói

trên đòi hỏi có những biện pháp khác biệt so với bê tông thường để đảm bảo liên kết tốt giữa các lớp đổ, nâng cao độ đồng nhất và chống thấm cho BTĐL.

2.2 Cơ sở thực tiễn nâng cao chống thấm của BTĐL

Trung Quốc đã xây dựng thành công hàng chục công trình đập BTĐL cao từ 57 đến 132 m, sử dụng BTĐL chống thấm cấp phối 2 thay bê tông thường, cường độ phổ biến 20 MPa, chống thấm đến W12 (bảng 1).

Bảng 1. Chiều dày lớp chống thấm BTĐL cấp phối 2 ở một số đập của Trung Quốc [8]

TT	Tên công trình	Loại đập	Chiều cao đập (m)	Mác bê tông	Chiều dày lớp chống thấm lớn nhất (m)	Tỷ lệ với cột nước
1	Giang Á	Trọng lực	131	R90 20W12	8	1/15
2	Miên Hoa Than	nt	113	R90 20W8	7	1/15
3	Đại Triều Sơn	nt	111	R90 20W8	7	1/15
4	Bách Sắc	nt	130	R90 20W8	8	1/20
5	Hồ chứa số 2 sông Phân Hà	nt	88	R90 20W8	4	1/20
6	Thông Khê	nt	86,5	R90 20W6	5	1/15
7	Sơn Từ	nt	64,6	R90 10W6	4	1/15
8	Song Khê	nt	60	R180 20W6	3	1/15
9	Cao Châu	nt	57	R90 20W6	4	1/12
10	Vinh Địa	nt	57	R90 10W6	4	1/12
11	Phổ Định	Vòm kép	75	R90 20W6	6,5	1/10,6
12	Sa Bài	Vòm đơn	132	R90 20W8	11	1/10,5
13	Long Thư	Vòm kép	80	R90 20W8	6,5	1/12
14	Lậm Hà Khẩu	Vòm kép	100	R90 20W8	6	1/15

Kết quả thí nghiệm trong phòng của Công ty kiểm định vật liệu thuộc Hiệp hội Xi măng Canada [6] tổng hợp ở bảng 2 cho thấy có thể chế tạo BTĐL chất lượng cao (high

performance roller compacted concrete) để làm đường, cường độ trên 40MPa, hệ số thấm rất nhỏ, khoảng 10^{-13} m/s.

Bảng 2. Kết quả đánh giá BTĐL và bê tông thường để làm đường [6]

Chỉ tiêu	Đơn vị	BTĐL	BT thường
1	2	3	4
<i>1. Thành phần cấp phối</i>			
- Xi măng	kg/m ³	300	360
- Nước	l/m ³	104	155
- Cát	kg/m ³	849	815

Chỉ tiêu	Đơn vị	BTĐL	BT thường
1	2	3	4
- Đá 5-14mm	kg/m ³	1222	1010
- Phụ gia giảm nước CATEXOL1000N	l/m ³	0,6	-
- Phụ gia cuốn khí DAREX-EH	l/m ³	-	0,047
- Phụ gia giảm nước WRDA-20	l/m ³	-	0,576
- Phụ gia siêu dẻo ADVA 140	l/m ³	-	0,418
2. Tính chất hỗn hợp bê tông			
- Chỉ số Vebe sau 10 phút	sec	60	-
- Chỉ số Vebe sau 30 phút	sec	90	-
- Dung trọng	kg/m ³	2476	2327
- Hàm lượng khí	%	-	7,0
- Độ sụt	mm	-	20
3. Tính chất bê tông đóng rắn			
- Cường độ nén 3 ngày	MPa	44,9	30,4
- Cường độ nén 7 ngày	MPa	57,0	34,9
- Cường độ nén 28 ngày	MPa	66	44,8
- Cường độ uốn 3 ngày	MPa	5,6	5,0
- Cường độ uốn 7 ngày	MPa	7	4,9
- Cường độ uốn 28 ngày	MPa	8,3	5,5
- Độ hút nước	%	2,4	5,1
- Độ rỗng	%	6,0	11,2
- Hệ số thấm	m/s	5,0 x 10 ⁻¹³ đến 14,0 x 10 ⁻¹³	0,1 x 10 ⁻¹³ đến 9,0 x 10 ⁻¹³

Ở Việt Nam tuy chưa có công trình thực tế xây dựng xong bằng BTĐL chống thấm, nhưng việc áp dụng vật liệu này đang được tích cực triển khai. Với sự trợ giúp của chuyên gia quốc tế, Công ty Tư vấn Thiết kế Điện lực 1 đang thiết kế kỹ thuật, chuẩn bị thi công đập BTĐL thủy điện Sơn La sử dụng BTĐL chống thấm toàn mặt cắt R365-20-W10. Cùng với đập Sơn La đang có nhiều đập thủy điện khác sử dụng BTĐL chống thấm thay cho bê tông thường như Bản Vẽ, Đồng Nai 3, Đồng Nai 4 và A Vương.

Công trình Thủy lợi Định Bình lần đầu tiên thi công thử nghiệm BTĐL chống thấm R90-20-W4 và R90-20-W2. Tuy đây chưa phải là BTĐL chống thấm thay cho bê tông thường, vì ở phía thượng lưu vẫn có tường BT thường R90-20-W6. Nhưng qua thử nghiệm BTĐL chống thấm ở công trình Định Bình cũng rút ra được một số kinh nghiệm quý trong thiết kế cấp phối BTĐL chống thấm.

Các công trình xây dựng thành công trong

thực tế là bằng chứng chắc chắn nhất khẳng định cơ sở nâng cao chống thấm BTĐL.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Các kết quả nghiên cứu cho thấy các biện pháp nâng cao chống thấm cho bê tông đầm lăn bao gồm:

(1) Lựa chọn vật liệu và thiết kế cấp phối BTĐL hợp lý là biện pháp hàng đầu, để giảm lượng xi măng và nâng cao chống thấm cho BTĐL. Cốt liệu phải có thành phần hạt liên tục, đặc biệt chú ý thành phần cốt liệu nhỏ, đảm bảo lượng hạt mịn qua sàng 75 μ m từ 6-18%.

(2) Cát tự nhiên thường thiếu hạt mịn nên phải bổ xung thêm mặt đá. Tỷ lệ phối hợp xác định bằng thực nghiệm sao cho thành phần hạt của cát nằm trong vùng thành phần hạt khuyến cáo của EM 1110-2-2006. Chỉ tăng lượng phụ gia khoáng mịn với mục đích bổ sung hạt mịn cho cốt liệu nhỏ khi có hiệu quả kinh tế và đảm bảo kỹ thuật.

(3) Bắt buộc sử dụng phụ gia giảm nước kéo dài đông kết. Nó không chỉ có tác dụng nâng cao độ chống thấm của bản thân BTĐL khi giữ nguyên lượng xi măng nhờ giảm nước, mà còn tăng chống thấm của kết cấu toàn khối nhờ tăng

liên kết giữa các lớp đổ. Chỉ sử dụng phụ gia siêu dẻo kéo dài ninh kết và phụ gia cuốn khí trong trường hợp có hiệu quả kinh tế và đảm bảo kỹ thuật cao hơn so với phụ gia hóa dẻo kéo dài ninh kết.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm các cấp phối BTĐL chống thấm đạt W6

Mẫu	XM, kg/m ³	Tro bay, kg/m ³	Puzolan, kg/m ³	Mạt đá, kg/m ³	PG hóa dẻo (*)	PG siêu dẻo (**)	PG kết tinh (***)	N/CKD	V _c , sec	R90, daN/cm ²	W, atm	Ghi chú
M-2	85	147	-	-	-	2,32	-	0,46	11	396	8	
L-2	90	-	156	-	-	2.32	-	0,45	15	273	6	
IDS-1-T	85	147	-	-	1,4	-	0,2	0,53	14	317	6	
IDS-1-P	90	-	156	-	1,4	-	0,2	0,53	12	234	6	
Tr-2	85	125	-	35	1,4	-	-	0,54	10	238	6	nên dùng
P-3	95	-	130	40	1,5	-	-	0,54	12	238	6	nên dùng

*phụ gia hoá dẻo kéo dài ninh kết Plastiment 96
 ** phụ gia siêu dẻo kéo dài ninh kết Viscocrete 3000
 *** phụ gia kết tinh Indoseal

(4) Biện pháp cải thiện khả năng chống thấm bề mặt bê tông (phần thượng lưu) bằng phụ gia quét bề mặt có khả năng thẩm thấu vào trong bê tông tạo ra khoáng canxisilicat bền, tăng khả năng chống thấm nên coi là biện pháp phụ trợ. Hiện chưa có số liệu về độ ổn định của sản phẩm kết tinh trong công trình lộ thiên. Tuy nó có khả năng tăng chống thấm bề mặt bê tông nhưng chỉ nên áp dụng khi bản thân bê tông đã đạt được độ chống thấm thiết kế nhằm tăng thêm an toàn cho công trình, không coi đó là biện pháp sửa chữa các khu vực bê tông chống thấm không đạt mức yêu cầu.

(5) Biện pháp nâng cao độ mịn puzolan từ 3000 lên 6000cm²/g không hiệu quả đối với BTĐL khi dùng với tỉ lệ 40% puzolan mịn cao thay puzolan mịn thường.

Tùy theo yêu cầu kỹ thuật và kinh tế, có thể chọn một hoặc phối hợp vài biện pháp nêu trên. Cấp phối khuyến cáo đã nghiên cứu đạt chỉ tiêu tương đương mẫu BTĐL R90-20-W6 của Trung Quốc đã dùng tại công trình Phố Định năm

1993. So với BTĐL mác R90-W4 của công trình Định Bình thì cấp phối khuyến cáo đạt mác R90-20-W6 nhưng lượng dùng xi măng giảm 41kg và lượng tro bay giảm 21kg.

IV. KẾT LUẬN

Các biện pháp nâng cao chống thấm cho đập BTĐL phần lớn kế thừa cơ sở khoa học của công nghệ bê tông truyền thống (giảm tỉ lệ N/CKD, giảm độ rỗng của cốt liệu, tăng độ ẩm và thời gian bảo dưỡng, đủ tỉ lệ hồ xi măng, tính linh động của hỗn hợp phù hợp năng lực đầm). Mặt khác phát triển những biện pháp mới để phù hợp với phương pháp thi công đầm lặn (các biện pháp tăng liên kết bề mặt lớp đổ, các kết cấu đặc biệt chống thấm thượng lưu và thoát nước hạ lưu).

Các biện pháp cụ thể nâng cao chống thấm đập BTĐL rất đa dạng, phải đồng bộ từ thiết kế đến thi công.

Nghiên cứu đã kiểm chứng trong phòng thí nghiệm các biện pháp nâng cao chống thấm để

BTĐL đạt mác R90-20-W6: Lựa chọn phương pháp thiết kế BTĐL chống thấm phù hợp; sử dụng phụ gia hóa học; dùng puzolan mịn cao thay thế một phần puzolan mịn thường; quét bề mặt BTĐL bằng phụ gia kết tinh; sử dụng phụ gia hóa học và tối ưu hóa cốt liệu nhỏ. Các kết quả nghiên cứu của đề tài này góp phần chứng tỏ tính khả thi chế tạo BTĐL chống thấm từ các vật liệu sẵn có ở Việt Nam.

Để thiết kế cấp phối BTĐL chống thấm có thể dùng các phương pháp khác nhau. Trong điều kiện Việt Nam nên dùng phương pháp thể tích tuyệt đối của Trung Quốc kết hợp với kiểm tra kết quả trung gian và đối chiếu với một số điều kiện biên để giảm bớt khối lượng tính toán thí nghiệm.

Khi tăng độ mịn của puzolan lên gấp đôi bình thường (khoảng $6000\text{cm}^2/\text{g}$), BTĐL có R_{28} tăng so với sử dụng puzolan mịn thường ở tuổi 28 ngày, nhưng R_{90} và độ chống thấm tuổi 90 ngày tương đương nhau. Phần trăm puzolan mịn cao thay thế puzolan mịn thường là tương đương nhau; vì thế biện pháp thay thế 40% puzolan thường bằng puzolan mịn cao coi như không tăng chống thấm cho BTĐL.

Khi giữ nguyên lượng dùng xi măng PC40 xấp xỉ $90\text{kg}/\text{m}^3$, sử dụng phụ gia hoá dẻo PLASTIMENT 96 có thể tăng độ chống thấm BTĐL mác 20 lên một cấp (2atm), sử dụng phụ gia siêu dẻo thế hệ mới VISCOCRETE 3000 có thể tăng độ chống thấm lên hai cấp (4atm) so với mẫu đối chứng không phụ gia. Hiệu quả tăng chống thấm chủ yếu do giảm tỷ lệ N/CKD.

Phụ gia kết tinh INDOSEAL khi quét bề mặt có khả năng thẩm thấu sâu khoảng 8mm. Phần

ứng giữa phụ gia và $\text{Ca}(\text{OH})_2$ trong đá xi măng tạo khoáng silicatcanxi mới, làm tăng độ đặc chắc vùng bề mặt và tăng khả năng chống thấm của mẫu BTĐL lên một cấp (2atm)

Cát tự nhiên thường ít hạt mịn. Vì thế, phải bổ xung lượng hạt lọt sàng $75\mu\text{m}$ để đạt tỷ lệ từ 6 đến 18%. Dùng mạt đá có thể giảm lượng phụ gia khoáng trong BTĐL khoảng 10-15%, tăng tính chống thấm của BTĐL, hạ giá thành vật liệu cho BTĐL.

Nghiên cứu khuyến cáo sử dụng các biện pháp kết hợp sau để chế tạo BTĐL đạt W6:

+ Lựa chọn vật liệu và thiết kế cấp phối BTĐL hợp lý, áp dụng sơ đồ thiết kế cấp phối BTĐL dựa theo phương pháp của Trung Quốc kết hợp với kiểm tra kết quả tính toán trung gian theo phương pháp của USACE (Mỹ).

+ Bắt buộc sử dụng phụ gia giảm nước kéo dài đông kết, nhằm nâng cao độ chống thấm của bản thân BTĐL khi giữ nguyên lượng xi măng nhờ giảm nước, tăng chống thấm của kết cấu toàn khối nhờ tăng liên kết giữa các lớp đổ. Chỉ sử dụng phụ gia siêu dẻo kéo dài ninh kết và phụ gia cuốn khí trong trường hợp có luận chứng kinh tế kỹ thuật.

+ Biện pháp cải thiện khả năng chống thấm bề mặt bê tông thượng lưu bằng phụ gia quét bề mặt có khả năng thẩm thấu vào trong bê tông tạo ra khoáng canxisilicat, tăng khả năng chống thấm nên coi là biện pháp phụ trợ, nhằm tăng thêm an toàn cho công trình.

+ Để đạt độ chống thấm W6 và cao hơn, cần ưu tiên biện pháp sử dụng phụ gia hoá dẻo kéo dài ninh kết và tối ưu hoá thành phần hạt cốt liệu nhỏ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ACI 207.5R.99. American Concrete Institute Manual of Concrete Practice, Part 1- 2002, Roller Compacted Concrete.
2. ACI 211.3R. Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight and Mass concrete.
3. CRD-C48-92. Test Method for Water Permeability of Concrete
4. Dustan M.R.H. List of RCC Dams in the World up to 2003- Malcolm Dunstan & Associates, United Kingdom, 2003.

5. Dustan M.M. State of the Art of RCC Dams throughout the world reference to the Son La project in Vietnam. (Trong tuyển tập báo cáo Hội nghị Công nghệ bê tông đầm lăn trong thi công đập thủy điện của Việt Nam, EVN, Hà Nội, tháng 4 năm 2004).
6. Evaluation of Water Permeability in a Roller Compacted Concrete and Conventional Concrete- Service d' Expertise en Mate'riaux Inc.- Report to Associattion Canadienne du Ciment, August 2005.
7. Guidelines for Designing and Constructing Roller Compacted Concrete Dams, US Beureau Reclamation, 1987.
8. Isao Nagayama, Shigeharu Jikan- 30 years' History of Roller- Compacted Concrete Dams in Japan
9. Roller Compacted Concrete- Technical Engineering and Design Guides, USACE, 1994
10. Xypex Concrete Durability Enhancing Technology- Construction of the Cofferdam of the Yangtze River, Three Gorges Project, China.

Abstract:

**THE RESULTS OF SOME STUDY ABOUT IMPROVING
THE IMPERMEABILITY OF ROLLER COMPACTED CONCRETE**

**Nguyen Thanh Le
Hoang Pho Uyen**

The disadvantage of roller compacted concrete (RCC) is its high permeability compared to conventional concrete, because the amount of cement and water required of RCC is lower. In order to improve the impermeability of RCC, it is necessary to have a suitable mix-design, appropriate mineral admixtures and chemical admixtures, and proper construction technologies. This paper describes the results of some study about improving the impermeability of RCC to meet the climatic conditions of Vietnam.

Keywords: Roller compacted concrete (RCC); impermeability; compressive strength.