

# TỐI ƯU HÓA ĐIỀU KIỆN CHỐNG THẤM ĐỂ THIẾT KẾ CẤP PHỐI BÊ TÔNG ĐẦM LẤN CHO ĐẬP

**KS. Nguyễn Sỹ Tuân** - *Tập đoàn Sông Đà*

**TS. Nguyễn Quang Phú** - *Đại học Thủy lợi*

**ThS. Nguyễn Thành Lê** - *Bộ Nông nghiệp và PTNT*

**Tóm tắt:** Thiết kế cấp phối bê tông đầm lặn (BTĐL) cho 2 loại bê tông M20B6R90 và M15B2R90 sử dụng hai loại xi măng PC40 Hoàng Mai và PC40 Kim Đình; phụ gia khoáng Puzolan Núi Voi - Huyện Sơn Tịnh - Idico; Puzolan Phong Mỹ; tro bay Phá Lại; phụ gia kéo dài thời gian đông kết: TM25 của hãng Sika, LK-SR của Viện Công nghệ Xây dựng; phụ gia giảm nước: Sikament R2000AT(N) của hãng Sika. Lựa chọn cấp phối bằng việc tối ưu hoá theo điều kiện chống thấm. Kết quả thí nghiệm bê tông đạt mác chống thấm và cường độ thiết kế yêu cầu. Khi sử dụng xi măng Kim Đình, cường độ R90 đạt  $31.0 \div 33.8$  MPa cho loại BTĐL M20B6R90 và đạt  $17.9 \div 19.4$  MPa cho loại BTĐL M15B2R90. Việc thay thế bằng xi măng PC40 Hoàng Mai, kết quả thay đổi không đáng kể: cường độ của BTĐL M20B6R90 R90 đạt  $30.5 \div 32.9$  MPa và BTĐL M15B2R90 đạt  $17.7 \div 18.7$  MPa.

## 1. Đặt vấn đề

Bê tông đầm lặn (BTĐL) mới được nghiên cứu và áp dụng trong những năm 60 của thế kỷ trước. Nhưng với những ưu điểm vượt trội so với bê tông truyền thống trong thi công đập, đặc biệt là với những đập có khối lượng lớn, nó đã được công nhận và được nhiều nước trên thế giới áp dụng vào thực tế như Mỹ, Nhật Bản, Trung Quốc...

Công nghệ thi công BTĐL mới được áp dụng tại Việt Nam trong thời gian gần đây trong các công trình Thủy lợi và Thủy điện, song tốc độ phát triển rất nhanh. Hiện nay, hầu hết các đập bê tông lớn của các công trình Thủy lợi, Thủy điện đang và sẽ thi công có sử dụng công nghệ thi công BTĐL như đập Sơn La, Bản Chát, A Vương, Sông Tranh, Plejkrông, Đập Định Bình, Đập Nước Trong ..., qua đó cho thấy tốc độ ứng dụng công nghệ BTĐL trong thi công đập ở nước ta là rất nhanh và có tính phổ biến rộng rãi cho các vùng trong cả nước.

Đặc điểm của BTĐL là loại bê tông nghèo xi măng, lượng dùng xi măng chỉ bằng khoảng 25-30% so với bê tông thường. Vì thế, nhược điểm của BTĐL dùng cho đập là khả năng chống thấm nước rất kém. Để khắc phục nhược điểm này của BTĐL thì cần phải lựa chọn vật liệu và

thiết kế thành phần cấp phối của BTĐL một cách hợp lý; kết hợp với biện pháp thi công để đạt được một sản phẩm bê tông có tính đặc chắc cao nhất, nhằm nâng cao khả năng chống thấm nước cho BTĐL. Đây là một bài toán mà các nhà khoa học về vật liệu, thiết kế, thi công của Việt Nam đang phải tìm lời giải để áp dụng ngay vào việc thi công đập BTĐL với điều kiện và trình độ thi công, trình độ kỹ thuật của các cán bộ kỹ thuật ngành xây dựng Thủy điện, Thủy lợi hiện có của nước ta.

Hiện nay, Việt Nam chưa có nhiều công bố kết quả nghiên cứu khả năng chống thấm cho công trình BTĐL, vì vậy việc nghiên cứu để thiết kế thành phần BTĐL đảm bảo khả năng chống thấm có tính cần thiết, sẽ làm cơ sở để thiết kế đập nhằm giảm giá thành công trình mà vẫn đảm bảo các yêu cầu về kỹ thuật. Việc thành công về nâng cao khả năng chống thấm cho đập sẽ là kinh nghiệm và tài liệu tham khảo hữu ích cho các đập BTĐL thi công sau này.

## 2. Vật liệu nghiên cứu

### 2.1. Xi măng

Xi măng gồm hai loại: Xi măng PC40 Hoàng Mai và PC40 Kim Đình. Kết quả thí nghiệm xi măng được thể hiện như trong bảng 1

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm xi măng

Chỉ tiêu thí nghiệm	Phương pháp thử	Đơn vị	Xi măng PC40 Kim Đình	Xi măng PC40 Hoàng Mai
Khối lượng riêng	TCVN: 4030-2003	g/cm <sup>3</sup>	3.10	2.99
Độ mịn (lượng sót trên sàng 0,08)	TCVN: 4030-2003	%	1.03	1.75
Thời gian bắt đầu đông kết	TCVN: 6017-1995	phút	128	145
Thời gian kết thúc đông kết	TCVN: 6017-1995	phút	215	245
Độ ổn định thể tích	TCVN: 6017-1995	mm	1.67	1.97
Giới hạn bền nén, tuổi 3 ngày	TCVN: 6016-1995	N/mm <sup>2</sup>	32.50	29.1
Giới hạn bền nén, tuổi 28 ngày	TCVN : 6016-1995	N/mm <sup>2</sup>	49.27	46.0

### 2.2. Cốt liệu mịn (cát)

Cát vàng có cấp phối tốt, độ sạch đạt yêu cầu. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của cát được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Các tính chất cơ lý của cát

Chỉ tiêu thí nghiệm	Kết quả thí nghiệm			
	M1	M2	M3	
Khối lượng riêng, g/cm <sup>3</sup>	2.64	2.64	2.65	
Khối lượng thể tích xốp, g/cm <sup>3</sup>	1.41	1.43	1.44	
Độ hồng, %	46.52	46.03	45.58	
Lượng bùn, bụi, sét, %	0.95	0.87	0.83	
Hàm lượng mica, %	0.1	0.1	0.11	
Mô đun độ lớn	2.61	2.65	2.66	
Tạp chất hữu cơ	Đạt	Đạt	Đạt	
Kiểm cốt liệu	SiO <sub>2</sub> hoà tan: mMol/lít	7.52	7.46	7.59
	Độ giảm kiềm: mMol/lít	71.59	71.47	71.66

### 2.3. Cốt liệu thô (đá)

Đá dăm được phân ra 3 cỡ hạt: 5-20mm, 20-40mm, 40-60mm; kết quả thí nghiệm các tính chất cơ lý của đá dăm như trong bảng 3.

Bảng 3. Các tính chất cơ lý của đá dăm

Chỉ tiêu thí nghiệm	Kết quả thí nghiệm		
	5-20mm	20-40mm	40-60mm
Khối lượng riêng, g/cm <sup>3</sup>	2.73	2.73	2.72
Khối lượng thể tích xốp, g/cm <sup>3</sup>	1.29	1.37	1.39
Khối lượng thể tích lèn chặt, g/cm <sup>3</sup>	1.56	1.59	1.50
Hàm lượng bùn bụi bẩn, %	0.67	0.43	0.33
Hàm lượng thoi dẹt, %	17.67	15.40	14.17
Hàm lượng hạt mềm yếu, %	1.10	1.20	1.51

Chỉ tiêu thí nghiệm		Kết quả thí nghiệm		
		5-20mm	20-40mm	40-60mm
Độ hút nước, %		0.75	0.51	0.40
Độ nén đập trong xi lanh trạng thái khô, %		11.00	10.20	10.80
Cường độ nén đá nguyên khai, N/mm <sup>2</sup>		94.80	93.20	94.13
Độ ẩm, %		0.28	0.19	0.12
<b>Kiểm cốt liệu</b>	SiO <sub>2</sub> hoà tan, mMol/lít	8.59	8.47	8.02
	Độ giảm kiềm, mMol/lít	42.96	40.55	39.25

#### 2.4. Phụ gia khoáng hoạt tính

Phụ gia khoáng hoạt tính gồm 3 loại: Puzolan Núi Voi - Huyện Sơn Tịnh-Idico; Puzolan Phong Mỹ; tro bay Phả Lại. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý các loại phụ gia khoáng hoạt tính puzolan như trong bảng 4 và của tro bay như trong bảng 5.

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm puzolan

Chỉ tiêu thí nghiệm	Phương pháp thử	Đơn vị	Idico-Núi Voi	Phong Mỹ
Hàm lượng SiO <sub>2</sub>	TCVN 141 :1998	%	47.82	45.93
Hàm lượng Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		%	15.97	15.24
Hàm lượng Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		%	12.56	11.26
Lượng mất khi nung		%	4.15	5.11
Độ ẩm	14 TCN 108 :1999	%	1.31	1.39
Lượng nước yêu cầu	14 TCN 108 :1999	%	27.43	27.60
Thời gian bắt đầu đông kết	14 TCN 108 :1999	phút	116.67	143.33
Thời gian kết thúc đông kết	14 TCN 108 :1999	phút	171.67	186.67
Chỉ số hoạt tính tuổi 7 ngày so với mẫu đối chứng	14 TCN 108 :1999	%	85.90	79.47
Chỉ số hoạt tính tuổi 28 ngày so với mẫu đối chứng	14 TCN 108 :1999	%	84.80	77.13
Khối lượng thể tích xốp		kg/m <sup>3</sup>	955	1042
Tỷ trọng	TCVN 4030 : 2003	g/cm <sup>3</sup>	2.64	2.73
Độ mịn	TCVN 4030 : 2003	%	3.20	4.30

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm tro bay Phả Lại

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Phương pháp thử	Đơn vị	Kết quả
1	Hàm lượng SiO <sub>2</sub>	TCVN 141 :1998	%	49.78
2	Hàm lượng Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		%	28.10
3	Hàm lượng Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		%	9.53
4	Lượng mất khi nung		%	0.88
5	Độ ẩm	14 TCN 108 :1999	%	0.44
6	Lượng nước yêu cầu	14 TCN 108 :1999	%	26.25
7	Thời gian bắt đầu đông kết	14 TCN 108 :1999	phút	170.00
	Thời gian kết thúc đông kết	14 TCN 108 :1999	phút	251.67
8	Chỉ số hoạt tính, 7 ngày so với mẫu đối chứng	14 TCN 108 :1999	%	77.60
	Chỉ số hoạt tính, 28 ngày so với mẫu đối chứng	14 TCN 108 :1999	%	80.50
9	Khối lượng thể tích xốp		kg/m <sup>3</sup>	905.00
10	Tỷ trọng	TCVN 4030 :2003	g/cm <sup>3</sup>	2.40
11	Độ mịn	TCVN 4030 : 2003	%	8.43

### 2.5. Phụ gia hoá học

Phụ gia hóa học sử dụng gồm các loại như sau:

- Phụ gia kéo dài thời gian đông kết: TM25 của hãng Sika, LK-SR của Viện Công nghệ Xây dựng.
- Phụ gia giảm nước: Sikament R2000AT(N) của hãng Sika.

### 2.6. Nước trộn bê tông

Nước sử dụng trong trộn bê tông là nước sinh hoạt đã được kiểm tra đạt có các chỉ tiêu đạt tiêu chuẩn dùng cho bê tông.

Tất cả các loại vật liệu dùng trong thí nghiệm có tại phòng thí nghiệm Vật liệu - Viện Thủy công - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

### 3. Phương pháp và kết quả nghiên cứu

Thiết kế thành phần BTĐL cho 2 loại bê tông: M20B6R90 (cấp phối đá 5-40mm: 50% đá

5-20mm và 50% đá 20-40mm) và M15B2R90 (cấp phối đá 5-60mm: 13% đá 5-20mm + 43% đá 20-40mm + 44% đá 40-60mm) với hai loại xi măng: PC40 Hoàng Mai (X-HM) và PC40 Kim Đình (X-KĐ); puzolan Idico - Núi Voi (P-NV) và Phong Mỹ (P-PM); phụ gia hoá TM25, 2000AT(N) của hãng Sika và LK-SR của Viện Công nghệ xây dựng (IBST). Tiến hành đúc mẫu thí nghiệm cường độ nén, cường độ kéo, độ chống thấm nước và một số chỉ tiêu cơ lý khác cho các mẫu thí nghiệm. Bằng phương pháp tối ưu hoá theo điều kiện chống thấm tìm cấp phối tối ưu.

Kết quả cấp phối bê tông M20B6R90 sử dụng xi măng Kim Đình cho ở bảng 6, kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý như trong bảng 7.

Bảng 6. Thành phần cấp phối BTĐL M20B6R90 sử dụng loại xi măng Kim Đình

TT	XM	PGK	PGM	Cát	Đá dăm	Nước	PGH, lít		Ghi chú
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	CĐK	GN	
1	125	100	125	710	1340	115	3.10	1.00	X-KĐ; P-NV; CĐK-TM25, GN-2000AT(N)
2	125	104	130	710	1340	117	3.10	1.00	X-KĐ; P-PM; CĐK-TM25, GN-2000AT(N)
3	125	100	125	710	1340	115	4.00		X-KĐ; P-NV; CĐK+ GN-LKSR
4	125	104	130	710	1340	117	4.00		X-KĐ; P-PM; CĐK+ GN-LKSR

Bảng 7. Tính chất cơ lý của các cấp phối BTĐL tại bảng 6

TT	V <sub>c</sub>	Thời gian đông kết, giờ.phút		N/CKD	Cường độ nén, daN/cm <sup>2</sup>				Mức thấm, tuổi 90 ngày, atm
	giờ	Bắt đầu	Kết thúc		R3	R7	R28	R90	
1	10	14.50	44.40	0.51	71	159	267	338	6
2	9	15.50	44.10	0.51	63	153	253	315	6
3	9	16.20	44.20	0.51	58	152	248	312	6
4	8	15.25	45.35	0.51	55	153	245	310	6

Sử dụng xi măng Hoàng Mai (thay cho xi măng Kim Đình), chủng loại phụ gia vẫn là puzolan Idico-Núi Voi và Phong Mỹ; phụ gia hoá TM25, 2000AT(N) của hãng Sika và LK-SR của Viện Công nghệ xây dựng (IBST). Mục

đích của thiết kế này để có căn cứ thiết kế thành phần BTĐL M20B6R90 sử dụng xi măng Hoàng Mai. Kết quả cấp phối như trong bảng 8, kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý như trong bảng 9.

Bảng 8. Thành phần cấp phối BTĐL M20B6R90 sử dụng loại xi măng Hoàng Mai

TT	XM	PGK	PGM	Cát	Đá dăm	Nước	PGH, lít		Ghi chú
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	CĐK	GN	
1	125	100	125	710	1340	115	3.10	1.00	X-HM; P-NV; CĐK-TM25, GN-2000AT(N)
2	125	104	130	710	1340	117	3.10	1.00	X-HM; P-PM; CĐK-TM25, GN-2000AT(N)
3	125	100	125	710	1340	115	4.00		X-HM; P-NV; CĐK+ GN-LKSR
4	125	104	130	710	1340	117	4.00		X-HM; P-PM; CĐK+ GN-LKSR

Bảng 9. Tính chất cơ lý của các cấp phối BTĐL tại bảng 8

TT	V <sub>c</sub>	Thời gian đông kết, giờ.phút		N/CKD	Cường độ nén, daN/cm <sup>2</sup>				Mức thấm tuổi 90 ngày, atm
	giây	BĐ	KT		R3	R7	R28	R90	
1	11	15.25	44.25	0.51	67	155	260	329	6
2	10	16.10	44.50	0.51	60	149	250	312	6
3	9	16.40	45.15	0.51	58	150	248	308	6
4	9	16.40	46.10	0.51	55	148	245	305	6

Kết quả cấp phối bê tông BTĐL M15B2R90 sử dụng xi măng Kim Đình, hai loại Puzolan Idico Núi Voi và Phong Mỹ, hai loại phụ gia hoá của Sika và Viện Khoa học công nghệ Xây dựng (IBST) như trong bảng 10, thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý như trong bảng 11

Bảng 10. Thành phần cấp phối BTĐL M15B2R90 sử dụng loại xi măng Kim Đình

TT	XM	PGK	PGM	Cát	Đá dăm	Nước	PG-hoá	Ghi chú
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	lít	
1	85	110	120	695	1400	115	2.5	X-KĐ; P-NV; CĐK-TM25
2	85	114	125	695	1400	117	2.5	X-KĐ; P-PM; CĐK-TM25
3	85	110	120	695	1400	115	2.12	X-KĐ; P-NV; CĐK-LKSR
4	85	114	125	695	1400	117	2.12	X-KĐ; P-PM; CĐK-LKSR

Bảng 11. Tính chất cơ lý của các cấp phối BTĐL tại bảng 10

TT	V <sub>c</sub>	Thời gian đông kết, giờ phút		N/CKD	Cường độ nén, daN/cm <sup>2</sup>				Mức thấm tuổi 90 ngày, atm
	giây	BĐ	KT		R3	R7	R28	R90	
1	10	15.15	42.40	0.59	46	92	159	194	2
2	9	16.45	45.20	0.59	42	89	151	187	2
3	9	15.40	43.50	0.59	41	87	150	182	2
4	11	16.15	44.10	0.59	37	86	149	179	2

Thiết kế thành phần cấp phối BTĐL M15B2R90 sử dụng xi măng Hoàng Mai, hai loại Puzolan Idico Núi Voi và Phong Mỹ, hai loại phụ gia hoá của Sika và Viện IBST. Kết quả thành phần cấp phối như trong bảng 12; tính chất cơ lý như trong bảng 13.

Bảng 12. Thành phần cấp phối BTĐL M15B2R90 sử dụng loại xi măng Hoàng Mai

TT	XM	PGK	PGM	Cát	Đá dăm	Nước	CĐK	Ghi chú
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	lít	
1	85	110	120	695	1400	115	2.5	X-HM; P-NV; CĐK-TM25
2	85	114	125	695	1400	117	2.5	X-HM; P-PM; CĐK-TM25
3	85	110	120	695	1400	115	2.12	X-HM; P-NV; CĐK-LKSR
4	85	114	125	695	1400	117	2.12	X-HM; P-PM; CĐK-LKSR

Bảng 13. Tính chất cơ lý của các cấp phối BTĐL tại bảng 12

TT	V <sub>C</sub>	Thời gian đông kết, giờ. phút		N/CKD	Cường độ nén, daN/cm <sup>2</sup>				Mức thấm tuổi 90 ngày, atm
	giây	BĐ	KT		R3	R7	R28	R90	
1	11	15.45	44.05	0.59	38	92	162	187	2
2	10	16.35	45.30	0.59	34	86	158	184	2
3	9	16.15	43.10	0.59	33	84	148	178	2
4	9	16.50	45.10	0.59	31	81	143	177	2

#### 4. Kết luận

Tối ưu hóa được thành phần cấp phối BTĐL M20B6R90 và M15B2R90 để đạt độ chống thấm yêu cầu. Khi đó bê tông thiết kế với tổng lượng chất kết dính tương ứng là 225 và 195 kg. Trong khi đó lượng chất kết dính ứng với M15 của công trình Pleikrông là 290 kg, SêSan 4 là 240 kg<sup>[8, 10]</sup>. Đối với M20, tổng lượng chất kết dính của Định Bình là 267 kg<sup>[10]</sup>. Điều đó cho thấy, việc thiết kế thành phần cấp phối BTĐL có khả năng chống thấm bằng cách tối ưu hóa theo điều kiện chống thấm đã giảm lượng chất kết dính đáng kể, từ đó góp phần giảm giá thành khi xây dựng công trình.

Các loại phụ gia khoáng hoạt tính Puzolan thiên nhiên và tro bay nhiệt điện Phả Lại có các chỉ tiêu kỹ thuật đạt tiêu chuẩn dùng trong bê tông Thủy công đều có thể sử dụng cho BTĐL. Tuy vậy, hiện nay việc tuyển chọn tro bay tại Phả Lại do 4 cơ sở (Công ty cổ phần Sông Đà 12, công ty CP Bắc Sơn, công ty CP Hải Sơn và cơ sở của Ban Quản lý dự án Thủy điện Sơn La) bằng phương pháp tuyển nổi và phương pháp đót đã có được sản phẩm tro bay đạt và vượt tiêu chuẩn ASTM C618. Lượng mất khi nung của sản phẩm tro bay Phả Lại chỉ còn trên dưới 4%, độ ẩm dao động từ 1 đến 2%, năng lực cung cấp đến 30.000 tấn/tháng. Năng lực sản xuất tuyển chọn tro bay tại Phả Lại đã vượt nhu cầu của công trình BTĐL đập Sơn La. Mặt khác, các thí nghiệm cho thấy, khi sử dụng tro bay Phả Lại thay cho Puzolan thiên nhiên sẽ làm giảm lượng phụ gia mà các tiêu chuẩn về chất

lượng vẫn đảm bảo. Vì vậy tốt nhất các đập BTĐL nên sử dụng tro bay, đạt và vượt tiêu chuẩn ASTM C618.

Cát nói chung có các chỉ tiêu cơ lý đạt yêu cầu theo 14TCN 68-2002, TCVN 7570-2006 và không gây phản ứng kiềm cốt liệu đều có thể dùng làm cốt liệu cho BTĐL cho đập. Tuy nhiên, khi hàm lượng hạt dưới sàng 0,14 mm của cát sông mà ít (< 1%), thì cần bổ sung thành phần hạt mịn cho cát (hàm lượng hạt dưới sàng 0,14 mm trong cát để chế tạo BTĐL hợp lý vào khoảng 14-18%). Việc bổ sung này có thể dùng Puzolan thiên nhiên hoặc tro bay nhiệt điện.

Đá dăm sử dụng cho BTĐL phải có các chỉ tiêu kỹ thuật đạt tiêu chuẩn dùng trong bê tông thủy công theo 14TCN 70-2002, TCVN 7570-2006 và không gây phản ứng kiềm cốt liệu. Với trình độ và năng lực thi công BTĐL hiện nay của Việt nam, để nâng cao chất lượng của sản phẩm BTĐL, tránh các hiện tượng phân tầng khi san, đổ, tạo điều kiện dễ dàng cho việc kiểm soát chất lượng trong khi thi công và kiểm tra, nghiệm thu nên sử dụng cốt liệu lớn có  $D_{max} = 50mm$ .

Phụ gia hóa học dùng cho BTĐL chủ yếu với tác dụng giảm nước, kéo dài thời gian đông kết nhằm giảm thiểu hiện tượng hình thành khe lạnh giữa các lớp đổ nên các loại phụ gia đạt yêu cầu mà không gây tổn hại cho các sản phẩm BTĐL sau này đều có thể dùng. Tuy vậy, với mỗi công trình cần có những thí nghiệm cụ thể về hàm lượng và chủng loại cho mỗi loại mác BTĐL trước khi đưa vào sử dụng hiện trường.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. BỘ NN&PTNT (tài liệu dịch). Nguyên tắc thiết kế BTĐL và tổng quan BTĐL, Hà Nội, 2006.
2. CÔNG TY TƯ VẤN XÂY DỰNG THỦY LỢI I (HECI). Báo cáo tóm tắt-Công trình đầu mối hồ chứa Nước Trong, Hà Nội, 2006.
3. ĐẠI HỌC THỦY LỢI (tài liệu dịch). Bê tông đầm lăn dùng cho đập, tài liệu dự án cấp quốc gia Bacara của Pháp 1988-1996, Hà Nội, 2005.
4. ĐẠI HỌC THỦY LỢI (tài liệu dịch). Những đập lớn ở Trung Quốc - điểm lại lịch sử 50 năm phát triển, Hà Nội, 11/2005.
5. LƯƠNG VĂN ĐÀI. Báo cáo tình hình xây dựng đập BTĐL trên thế giới và Việt nam hiện nay (Tuyển tập báo cáo Hội nghị công nghệ BTĐL trong thi công đập Thủy lợi, Thủy điện Việt nam, EVN), Hà Nội, 2007.
6. SL 48-94. Quy trình thí nghiệm BTĐL thủy công. Tổng cục thủy lợi - thủy điện. Bộ thủy lợi thủy điện, Nước Cộng hòa Nhân dân Trung Hoa.
7. LÊ MINH. Nghiên cứu các nguồn phụ gia khoáng Việt Nam để làm chất độn mịn cho BTĐL, Báo cáo Đề tài cấp Bộ, Viện Khoa học Thủy lợi, Hà Nội, 1998.
8. NGUYỄN TRÍ TRINH. Những nghiên cứu về bê tông đầm lăn của HEC 1 - Tuyển tập báo cáo 'Hội thảo kỹ thuật sử dụng bê tông đầm lăn trong xây dựng', Hội Đập lớn Việt nam, Hà Nội, 12/2005.
9. Viện Nghiên cứu bê tông Mỹ. Báo cáo Bê tông đầm lăn ACI-207.5R.99.
10. HOÀNG PHỐ UYÊN. Báo cáo kết quả thí nghiệm BTĐL cho đập Định Bình tỉnh Bình Định, Hà Nội, 3/2005
11. ACI 207.5R.99. American Concrete Institute Manual of Concrete Practice, Part 1-2002, Roller Compacted Concrete.
12. ACI 211.3R. Standard practice for selecting proportion for normal, heavyweight and mass concrete.
13. DUNSTAN M.R.H. List of RCC Dam in the world up to 2003; Malcolm Dunstan&Associates; United Kingdom, 2003.
14. ISAO NAGAYAMA, SHIGEHARU JINKAN. 30 years' history of Roller - Compacted Concrete Dam in Japan.
15. USACE. Roller Compacted Concrete - Technical Engineering and Design Guides, 2004.

### Abstract:

#### **OPTIMIZING CONDITIONS FOR WATERPROOFING TO MIX DESIGN RCC DAMS**

*Mix design RCC of two types concrete M20B6R90 and M15B2R90 use two types of cement PC40 Hoang Mai and PC40 Kim Dinh; mineral additives Puzolan Elephant Mountain - Son Tinh district - IDICO; Puzolan Phong My, Pha Lai fly ash; additives prolong setting-time: TM25 its Sika, LK-SR of Vietnam Institute for Building Science and Technology (IBST); water reducing admixture: Sikament R2000AT (N) from Sika. Gradation selection by optimizing the conditions for waterproofing. Experimental results achieved grade waterproofing and concrete compressive strength design requirements. When using cement Kim Dinh, R90 of concrete compressive strength reached  $31.0 \div 33.8$  MPa for RCC M20B6R90 and reached  $17.9 \div 19.4$  MPa for RCC M15B2R90. The substitution by Hoang Mai cement PC40, the results do not change significantly: the concrete compressive strength of RCC M20B6R90 reached  $30.5 \div 32.9$  MPa and RCC M15B2R90 reached  $17.7 \div 18.7$  MPa.*