

# SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP QUY HOẠCH THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH CẤP PHỐI BÊ TÔNG ĐẦM LẤN THỎA MÃN 3 YÊU CẦU CƯỜNG ĐỘ, CHỐNG THẤM VÀ NHIỆT

TS. Nguyễn Như Oanh

**Tóm tắt:** Đối với bê tông thường (CVC), quy trình thiết kế cấp phối bê tông tương đối đơn giản, thông thường chỉ cần thử nghiệm 3-4 cấp phối với tỷ lệ xi măng khác nhau, chi phí một đợt thí nghiệm chỉ cần vài triệu đồng. Trong khi đó để thiết kế cấp phối bê tông đầm lặn (RCC), do phải xác định cấp phối sao cho thỏa mãn đồng thời các yêu cầu kỹ thuật, trong đó quan trọng nhất với các đập RCC là yêu cầu về cường độ, chống thấm và nhiệt trong RCC để khống chế nứt nẻ. Các nhà Tư vấn Việt Nam hiện thường đang phải tốn rất nhiều công sức, kinh phí để làm thí nghiệm (thường thử nghiệm đến vài ba trăm cấp phối, kinh phí lên đến vài ba tỷ đồng – chưa kể thí nghiệm hiện trường)

Bài viết này, tác giả đã sử dụng bài toán quy hoạch thực nghiệm để tìm ra cấp phối BTĐL ban đầu cho 2 mức bê tông thiết kế khác nhau, thỏa mãn 3 yêu cầu kể trên mà số thí nghiệm phải làm ít nhất. Kết quả có thể tham khảo trong quy trình thiết kế cấp phối BTĐL nhằm giảm kinh phí làm thí nghiệm.

## Xác định cấp phối BTĐL tối ưu bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm:

1) **Chọn thông số nghiên cứu** (chọn các chỉ tiêu và các yếu tố ảnh hưởng):

a) *Lựa chọn hàm mục tiêu:*

Đề tài áp dụng bài toán quy hoạch thực nghiệm để tính toán dựa trên kế hoạch thực nghiệm có khoa học để lựa chọn thành phần BTĐL tối ưu nhằm thỏa mãn **2 hàm mục tiêu** là: **Cường độ chịu nén và Hệ số thấm** của BTĐL sao cho nhiệt thủy hóa của BTĐL là nhỏ nhất.

b) *Lựa chọn các yếu tố ảnh hưởng:* Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ chịu nén và hệ số thấm của BTĐL bao gồm nhiều yếu tố, nhưng để giảm thiểu số thí nghiệm, cần thiết phải giả thiết một số yếu tố giữ nguyên không thay đổi như: hàm lượng nước, cốt liệu (cát, đá) đã tính toán được sơ bộ ban đầu, trong kế hoạch thực nghiệm không thay đổi. Như vậy ảnh hưởng rõ rệt nhất đến 2 hàm mục tiêu trên gồm 2 yếu tố:

-  $Z_1$ : Lượng dùng xi măng trong 1 m<sup>3</sup> bê tông (kg)

-  $Z_2$ : Hàm lượng Phụ gia khoáng (tro bay) so với tổng lượng CKD (%) .

Dựa vào cấp phối BTĐL của một số nước và bảng 2.4 khảo sát được của một số công trình tại Việt Nam, Đề tài chọn giá trị biến thiên của 2 yếu tố ảnh hưởng, như bảng 1

Bảng 1. Giá trị và khoảng biến thiên của các yếu tố ảnh hưởng

Giá trị	$Z_1$ (kg)	$Z_2$ (%)
Khoảng biến thiên	$80 \leq Z_1 \leq 120$	$30 \leq Z_2 \leq 70$
$Z_j^0$	100	50
$\Delta Z_j$	20	20

Để tiện tính các hệ số thực nghiệm của mô hình toán hồi quy và tiến hành các bước xử lý số liệu khác, ta chuyển sang giá trị mã hóa không thứ nguyên, với giá trị cận trên và cận dưới là +1 và -1, giá trị trung bình:  $x_j^0 = 0$  (góc tọa độ),

$$\text{Như vậy ta có: } x_j = \frac{Z_j - Z_j^0}{\Delta Z_j}$$

với  $\forall j = 1, 2, 3, \dots, k$

Vì không có thông tin tiên nghiệm nên phải xuất phát từ mô tả tuyến tính. Các kết quả thực nghiệm theo kế hoạch bậc một Box – Wilson thể hiện trong bảng 2 dưới đây.

Phương trình hồi quy mô tả có dạng như sau:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2$$

Từ bảng 4.1 Với:  $Z_1^0 = 100$  ;  $Z_2^0 = 50$  ;  $Z_3^0 = 0,4$ , Lập bảng kế hoạch thực nghiệm tương quan giữa mã thực và biến mã hóa như sau:

Bảng 2. Bảng kế hoạch thực nghiệm tương quan giữa mã thực và biến mã hóa

TT PA thí nghiệm	Biến thực		Biến mã hóa				y <sub>1</sub> (MPa)	y <sub>2</sub> x10 <sup>-8</sup> (cm/s)
	Z <sub>1</sub> (kg)	Z <sub>2</sub> (%)	x <sub>0</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub> x <sub>2</sub>		
1	80	30	+	-	-	+	10,5	1,989
2	120	30	+	+	-	-	17,0	0,125
3	80	70	+	-	+	-	10,4	1,245
4	120	70	+	+	+	+	16,0	0,158

Các tham số b của mô tả được xác định theo các công thức:

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^4 x_{ji} y_i}{4}; \quad b_{12} = \frac{\sum_{i=1}^4 x_{1i} x_{2i} y_i}{4}$$

Ứng với y<sub>1</sub>, kết quả tính toán là: b<sub>0</sub> = 12,50;

b<sub>1</sub> = +2,775; b<sub>2</sub> = -0,275; b<sub>12</sub> = -0,225.

Ứng với y<sub>2</sub>, kết quả tính toán là: b<sub>0</sub> = 0,88; b<sub>1</sub> = -0,74; b<sub>2</sub> = -0,18; b<sub>12</sub> = +0,194.

Để kiểm tra tính có nghĩa của các tham số, chúng ta cần làm các thí nghiệm lặp tại tâm kế hoạch, như bảng 3 dưới đây:

Bảng 3. Kế hoạch thực nghiệm tại tâm

TT	Biến thực		Biến mã		y <sub>1</sub> (MPa)	y <sub>2</sub> x 10 <sup>-8</sup> (cm/s)
	Z <sub>1</sub> <sup>0</sup> (kg)	Z <sub>2</sub> <sup>0</sup> (%)	x <sub>1</sub> <sup>0</sup>	x <sub>2</sub> <sup>0</sup>		
1	100	50	0	0	13,2	0,442
2	100	50	0	0	13,0	0,486

Phương sai lặp được tính theo công thức:

$$S_{11}^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{a=1}^m (y_a^0 - \bar{y}^0)^2$$

Trong đó:  $\bar{y}^0$ : Giá trị trung bình của các thí nghiệm lặp tại tâm kế hoạch

Với y<sub>1</sub>:

$$\bar{y}^0 = \frac{\sum_1^2 y_a^0}{m} = \frac{y_1^0 + y_2^0}{2} = \frac{13,8 + 13,2}{2} = 13,5$$

Thay số ta có:

$$S_{11}^2 = \frac{1}{2-1} \sum_{a=1}^2 (y_a^0 - \bar{y}^0)^2 = 0,18$$

Độ lệch chuẩn của phân bố b là:

$$S_b = \left( \frac{S_{11}^2}{N} \right)^{0,5} = \left( \frac{0,18}{4} \right)^{0,5} = 0,212$$

Với y<sub>2</sub>:

$$\bar{y}^0 = \frac{\sum_1^2 y_a^0}{m} = \frac{y_1^0 + y_2^0}{2} = \frac{0,442 + 0,486}{2} = 0,464$$

$$S_{11}^2 = \frac{1}{2-1} \sum_{a=1}^2 (y_a^0 - \bar{y}^0)^2$$

$$= \frac{(0,442 - 0,464)^2 + (0,486 - 0,464)^2}{2-1} = 0,0968$$

Độ lệch chuẩn của phân bố b là:

$$S_b = \left( \frac{S_{11}^2}{N} \right)^{0,5} = \left( \frac{0,0968}{4} \right)^{0,5} = 0,0491$$

Chuẩn số Student tra bảng với mức có nghĩa p = 0,05 với bậc tự do lặp f<sub>2</sub> = m - 1 = 2 - 1 là: t<sub>0,05; 1</sub> = 12,71 (Tra phụ lục số 5 Sách « Quy hoạch thực nghiệm » của GS.TSKH Nguyễn Minh Tuyên).

Muốn các hệ số có nghĩa thì phải thỏa mãn điều kiện:

Với y<sub>1</sub>:

$$|b| \geq t_{0,05; 1} \cdot S_b = 12,71 \cdot 0,212 = 2,696$$

Với y<sub>2</sub>:

$$|b| \geq t_{0,05; 1} \cdot S_b = 12,71 \cdot 0,0491 = 0,625$$

Như vậy:

Ứng với y<sub>1</sub>, chỉ có:

b<sub>0</sub> = 12,5; b<sub>1</sub> = +2,775; là có nghĩa

Ứng với y<sub>2</sub>, chỉ có:

b<sub>0</sub> = 0,88; b<sub>1</sub> = -0,74 là có nghĩa.

Phương trình mô tả có thể có dạng sau đây:

$$y_1 = 12,50 + 2,775x_1$$

$$y_2 = 0,88 - 0,74x_1$$

Để kiểm tra tính tương hợp của mô hình, ta phải tính giá trị của phương sai dư :

Với  $y_1$ :

$$S_d^2 = \frac{1}{N-1} \sum_1^N (y_i - \bar{y})^2 = \frac{1}{4-2} \sum_1^4 (y_i - \bar{y})^2 = 328,58$$

Với  $y_2$  :

$$S_d^2 = \frac{1}{N-1} \sum_1^N (y_i - \bar{y})^2 = \frac{1}{4-2} \sum_1^4 (y_i - \bar{y})^2 = 1,411$$

Trong đó:

N: số thí nghiệm; 1: Số hệ số có nghĩa trong phương trình, 1=2

Chuẩn số Fisher có giá trị: Với  $y_1$  :

$$F_1 = \frac{S_d^2}{S_{ll}^2} = \frac{328,58}{0,18} = 1825,4$$

$$\text{Với } y_2 : F_2 = \frac{S_d^2}{S_{ll}^2} = \frac{1,411}{0,0968} = 14,57$$

Chuẩn số Fisher mức có nghĩa  $p = 0,05$ , bậc tự do lập  $f_2 = 1$  và bậc tự do dư  $f_1 = 1$  là :

$F_{0,05;1;1} = 164,4$ ; Như vậy :  $F_1 > F_{0,05;1;1} = 164,4$ , nên mô hình này không tương hợp.

$F_2 < F_{0,05;1;1} = 164,4$ , nên mô hình thứ 2 tương hợp.

Mặt khác ta có :  $b_0 - \bar{y}_0 = 12,50 - 13,5 = -1,0$  và  $0,88 - 0,464 = 0,416$  là lệch nhau đáng kể, nên có thể tin rằng mô hình là phi tuyến và có dạng như sau :

$$y = b_0' + \sum_{j=1}^k b_j x_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ j \neq u}}^k b_{ju} x_u x_j + \sum_{j=1}^k b_{jj} x_j^2$$

Cụ thể phương trình hồi quy có dạng như sau :

$$y = b_0' + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2$$

Tiến hành làm thêm các thí nghiệm theo ma trận kế hoạch thực nghiệm trực giao bậc 2 (bảng 4), để xác định các thông số của mô hình.

Bảng 4. Ma trận kế hoạch thực nghiệm bổ xung

Số TT	Biến thực		Biến mã						Hàm mục tiêu $y_1$ (MPa)
	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	x <sub>0</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub> x <sub>2</sub>	x' <sub>1</sub>	x' <sub>2</sub>	
1	80	30	+	-	-	+	+1/3	+1/3	10,5
2	120	30	+	+	-	-	+1/3	+1/3	17,0
3	80	70	+	-	+	-	+1/3	+1/3	10,4
4	120	70	+	+	+	+	+1/3	+1/3	16,0
5	80	50	+	-	0	0	+1/3	-2/3	8,7
6	120	50	+	+	0	0	+1/3	-2/3	16,5
7	100	30	+	0	-	0	-2/3	+1/3	15,8
8	100	70	+	0	+	0	-2/3	+1/3	14,5
9	100	50	+	0	0	0	-2/3	-2/3	15,2

Căn cứ vào các số liệu ở ma trận thực nghiệm ta tính được các hệ số b theo các công thức sau đây:

$$b_j = \frac{\sum_{j=1}^N x_{ji} y_i}{\sum_{j=1}^N x_{ji}^2}; b_{jj} = \frac{\sum_{i=1}^N x'_{ji} y_i}{\sum_{i=1}^N (x'_{ji})^2}; b_{12} = \frac{\sum_{i=1}^N x_{1i} y_{2i} y_i}{\sum_{i=1}^N (x_{1i} x_{2i})^2}$$

Kết quả là:  $b'_0 = 13,84$ ;  $b_1 = 9,95$ ;  $b_2 = -1,20$ ;  $b_{12} = -0,40$ ;  $b_{11} = -1,983$ ;  $b_{22} = 0,567$

Giá trị của  $b_0 = b'_0 + (-b_{11} - b_{22}).2/3 = 13,84 + (1,983 - 0,567).2/3 = 14,78$

Và các phương sai của các hệ số bằng:

$$S_{b_0}^2 = \frac{S_{ll}^2}{N} = \frac{0,18}{9} = 0,02 \rightarrow S_{b_0} = 0,141$$

$$\rightarrow t_{b_0} = \frac{14,78}{0,141} = 104,82$$

$$S_{b1}^2 = \frac{S_{II}^2}{\sum_{i=1}^9 x_{1i}^2} = \frac{0,18}{2} = 0,09 \rightarrow S_{b1} = 0,30$$

$$\rightarrow t_{b1} = \frac{9,95}{0,30} = 33,17$$

$$S_{b2}^2 = \frac{S_{II}^2}{\sum_{i=1}^9 x_{2i}^2} = \frac{0,18}{2} = 0,09 \rightarrow S_{b2} = 0,30$$

$$\rightarrow t_{b2} = \frac{1,20}{0,30} = 4$$

$$S_{b_{12}}^2 = \frac{S_{II}^2}{\sum_{i=1}^9 x_{1i}^2 x_{2i}^2} = \frac{0,18}{6} = 0,03 \rightarrow S_{b_{12}} = 0,173$$

$$\rightarrow t_{b_{12}} = \frac{0,4}{0,173} = 2,31$$

$$S_{b_{11}}^2 = \frac{S_{II}^2}{\sum_{i=1}^9 x_{1i}^2} = \frac{0,18}{2} = 0,09 \rightarrow S_{b_{11}} = 0,3$$

$$\rightarrow t_{b_{11}} = \frac{1,983}{0,3} = 6,61$$

$$S_{b_{22}}^2 = \frac{S_{II}^2}{\sum_{i=1}^9 x_{2i}^2} = \frac{0,18}{2} = 0,09 \rightarrow S_{b_{22}} = 0,3$$

$$\rightarrow t_{b_{22}} = \frac{0,567}{0,3} = 1,89$$

Theo Tiêu chuẩn Student khi:

$$t_j = \frac{|b_j|}{S_{b_j}} \geq t_{p, f_2} \text{ thì hệ số } b_j \text{ có nghĩa}$$

Chuẩn số Student:  $t_{p, f_2}$  tra bảng với mức có nghĩa  $p=0,05$  và bậc tự do lặp  $f_2 = 1$  là: 12,71

Rõ ràng chỉ có  $b_0$  và  $b_1$  là có nghĩa, như vậy mô tả thống kê có thể biểu diễn được là:

$$y = 14,78 + 9,95x_1 \quad (4.3)$$

Từ phương trình (4.3) ta tính được:  $y_1 = 4,83$ ;

$y_2 = 24,73$ ;  $y_3 = 4,83$ ;  $y_4 = 24,73$ ;  $y_5 = 4,83$ ;

$y_6 = 24,73$ ;  $y_7 = 14,78$ ;  $y_8 = 14,78$ ;  $y_9 = 14,78$ .

Để kiểm tra tính tương hợp của mô hình ta cần tính giá trị của phương sai dư:

$$S_d^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_i)^2 = \frac{1}{9-2} \sum_{i=1}^9 (y_i - \bar{y}_i)^2 = 40,45$$

Giá trị của chuẩn số Fisher là:

$$F = \frac{S_d^2}{S_{II}^2} = \frac{40,45}{0,18} = 224,72$$

Chuẩn số Fisher tra bảng với mức có nghĩa  $p = 0,05$ ; bậc tự do dư  $f_1 = 7$  và bậc tự do lặp

$f_2 = 1$  nhận giá trị:  $F_{0,05;7;1} = 240$ ; Rõ ràng  $F = 224,72 < F_{0,05;7;1} = 240$ , như vậy mô hình thống kê (4.3) tương hợp với bức tranh thực nghiệm.

Thay  $x_1 = \frac{Z_1 - 100}{20}$  vào phương trình (4.3)

ta có 2 phương trình hồi quy:

$$y_1 = 0,497Z_1 - 34,97$$

$$\text{và } y_2 = 4,58 - 0,037Z_1$$

**Nhận xét:** Nhìn vào 2 phương trình trên, ta thấy  $x_2 = 0$  với cả 2 mô hình, có nghĩa là  $Z_2 = 50\%$  là tốt nhất,  $Z_1$  càng tăng, thì cường độ BTĐL càng tăng, hệ số thấm càng giảm (theo quy luật tuyến tính).

Với nội dung của đề tài, tính thử với 2 mức BT yêu cầu: là  $R_{90}^{yc} = 18,9$  và  $24,6$  (MPa)

Với  $R_{90}^{yc} = 18,9$  MPa tính được  $Z_1 = 108$  kg, thì có hệ số thấm là:  $0,584 \cdot 10^{-8}$  cm/s

$R_{90}^{yc} = 24,6$  MPa tính được  $Z_1 = 119,8$  kg, thì có hệ số thấm là:  $0,147 \cdot 10^{-8}$  cm/s

Như vậy, với 2 mức BTĐL thiết kế là M15 và M20, ta lựa chọn được giá trị tối ưu của các yếu tố ảnh hưởng như sau:

*Bảng 5. Giá trị các yếu tố ảnh hưởng tối ưu*

TT	Mức bê tông thiết kế - $R_{90}^{TK}$ (MPa)	$Z_1$ (kg)	$Z_2$ (%)
1	M15	108	50
2	M20	120	50

Dựa vào kết quả tính các yếu tố ảnh hưởng tối ưu, dùng phương pháp tính toán cấp phối của Trung Quốc (Tiêu chuẩn SL 48-94) ta có kết quả trong bảng 6:

Bảng 6. Cấp phối BTĐL tối ưu của 2 mác BTĐL thiết kế

$R_{90}^{yc}$ (MPa)	X (kg)	T (kg)	CKD (kg)	N (lít)	$\frac{N}{CKD}$	C (kg)	Đ (kg)	PG hóa (kg)	VC (s)	$R_{28}$ (MPa)	$K_t$ $\times 10^{-8}$ (cm/s)
18,9	108	108	216	105	0,49	739	1373	0,86	16	16,4	0,597
24,6	120	120	240	110	0,46	785	1349	0,96	14	21,4	0,134

*Ghi chú:* Trong cấp phối BTĐL nói trên, hàm lượng phụ gia hóa dẻo được chọn bằng 0,4lít/100kg chất kết dính. Tiến hành thí nghiệm thử đối chứng, kết quả giá trị VC và  $R_{28}$  như trong bảng 4.5.

#### KẾT LUẬN:

- Dùng thuật toán Quy hoạch thực nghiệm để tìm ra được phương trình hồi quy mô tả mối quan hệ giữa các hàm mục tiêu: Cường độ chịu nén, Hệ số thấm,... với các yếu tố ảnh hưởng như: Lượng dùng xi măng, Hàm lượng phụ gia khoáng,...nhằm tiết kiệm kinh phí làm thí nghiệm mà vẫn cho kết quả tập trung, có phương hướng. 2 phương trình hồi quy :

$$y_1 = 0,497Z_1 - 34,97$$

$$\text{và } y_2 = 4,58 - 0,037Z_1$$

- Hàm lượng Phụ gia khoáng (tro bay) không xuất hiện trong phương trình hồi quy, nghĩa là với  $x_2 = 0$ , đồng nghĩa với Hàm lượng phụ gia khoáng trong mọi trường hợp nên dùng bằng 50% so với tổng lượng CKD là tối ưu nhất.

- Phụ gia hóa dẻo kéo dài thời gian đông kết nên chọn theo hướng dẫn của Nhà sản xuất, tùy thuộc vào tình độ thi công của nhà thầu mà thí nghiệm để chọn ra loại phụ gia thích hợp.

- Về nguyên lý, lượng dùng xi măng trong BTĐL càng thấp, mác xi măng thấp, hàm lượng

phụ gia khoáng càng cao thì nhiệt thủy hóa của BTĐL càng thấp, nhưng nếu tăng lượng PGK càng lớn thì lại làm giảm cường độ của bê tông.

- Hai cấp phối tìm được kể trên, dùng loại Xi măng hỗn hợp PCB.30, đã trộn sẵn hàm lượng phụ gia khoáng nhất định, và dùng mác thấp để giảm nhiệt thủy hóa. Nếu dùng xi măng PC, mác cao có thể giảm được lượng dùng xi măng, nhưng lại phải tăng hàm lượng PGK, nhưng làm tăng nhiệt thủy hóa của bê tông.

- Với 2 cấp phối tối ưu tìm được kể trên, tuy Việt Nam chưa có Tiêu chuẩn quy định từ hệ số thấm sang mác thấm, nhưng theo Tiêu chuẩn của Trung Quốc, thì với hệ số thấm tính và thí nghiệm kiểm chứng được kể trên tương đương với mác chống thấm CT4.

- Thời gian nghiên cứu bị hạn chế nên mới xét đến tuổi của RCC là 28 ngày, cần được nghiên cứu tiếp ở các tuổi 90, 365 ngày.

- Nghiên cứu mới áp dụng bài toán đơn giản với 2 yếu tố ảnh hưởng, Cần nghiên cứu tiếp với bài toán gồm nhiều các yếu tố ảnh hưởng hơn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

##### A. Tiếng nước ngoài:

1. Guidelines for Designing and Constructing Roller Compacted Concrete and Conventional Concret – Service Expertise . Report to Association Canadienne du Cement, August 2005.
2. Roller Compacted Concrete – Technical Engineering and Design Guides, USACE,1994.
3. 方坤河. 碾压混凝土材料、结构与性能. 武汉大学出版社. 武汉. 2004.2;
4. 杨康宁, 方坤河. 碾压混凝土坝施工. 北京. 水利水电出版社. 1997.6;
5. 阮如莺、方坤河. 越南定平水库工程碾压混凝土配合比设计与性能试验研究. 越南-水利与环境报. 2005.7:
6. 阮如莺、方坤河. 越南碾压混凝土筑坝技术发展及特点研究. 越南-水利与环境报. 2006.3:

## **B. Tiếng Việt:**

7. GS.TSKH Nguyễn Minh Tuyển. Quy hoạch thực nghiệm – Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2004;

8. PGS.TS Lê Minh và nnc . Nghiên cứu biện pháp nâng cao chống thấm của bê tông đầm lăn cho công trình thủy lợi, 2006 -2007.

9. Phạm Đức Trung. Nghiên cứu sử dụng tổ hợp phụ gia khoáng hoạt tính và phụ gia hóa dẻo nhằm nâng cao tính chống thấm của bê tông đầm lăn công trình thủy lợi – Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật, 2009;

10. 14TCN 164-2006. Quy định kỹ thuật thi công cụm đầu mối công trình thủy lợi hồ chứa nước Định Bình, tỉnh Bình Định, 2006;

11. TS. Nguyễn Như Oanh. Chuyên đề về cấp phối bê tông đầm lăn – Đề tài tổng kết công tác thiết kế thi công đập Định Bình, tỉnh Bình Định, 2008;

12. TS. Nguyễn Như Oanh. Bài giảng cao học ngành công trình về VLXD nâng cao, 2008;

### **Abstract:**

#### **Using experimental planning to determine optimum mix proportion in order to solve together strength, permeability and thermal of roller compacted concrete**

*For Conventional Vibrating Concrete (CVC), the process of concrete mix design is relatively simple, usually just 3-4 test mix with different cement rates, a cost only a few experimental several million VN dong. While designing mix Roller Compacted Concrete (RCC), the mix must determine how to simultaneously satisfy the technical requirements, including the most important for the RCC dam is required strength, impermeability and heat in the RCC to control cracking. The consultants of Vietnam is often a lot of effort and funding to do experiments. (usually three to several hundred test mix, funding up to some three billion not including field experiments)*

*This article, the authors was planning to use math to find the empirical distribution RCC initial level 2 label different concrete design, satisfying the above three technical requirements that have to do some experiments at least. Results can refer to the mix design process to reduce cost RCC experiments.*