

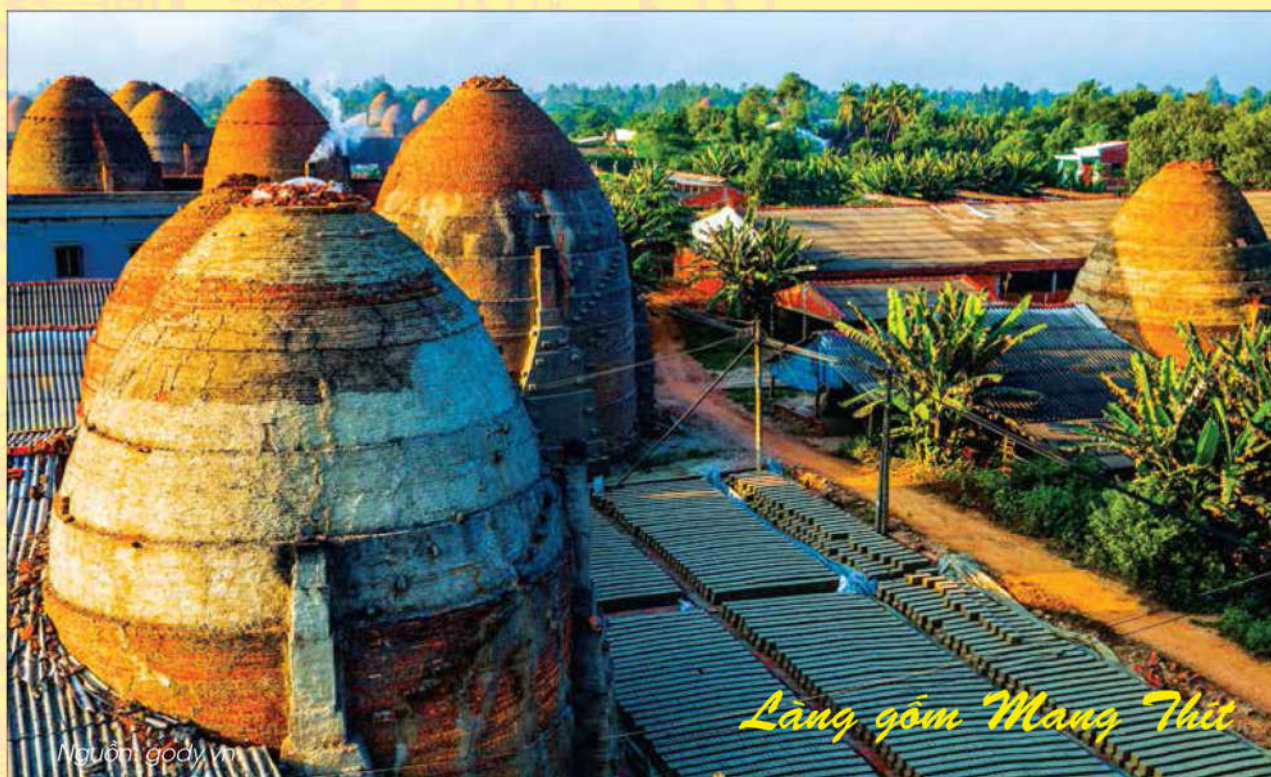


**TECHNICAL<sup>®</sup>**  
**WORLD**

**KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2019**  
**VĨNH LONG, 25 & 26 THÁNG 10 NĂM 2019**

# **ĐỊA KỸ THUẬT VÀ XÂY DỰNG**

## **PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**



*Nguyen goay.vn*

*Làng gốm Mang Thít*



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**

Ứng dụng phần mềm Kanako 1D mô phỏng lũ bùn đá và đập sabo ở Việt Nam. Lấy ví dụ khu vực cầu Móng Sến, Sa Pa, Lào Cai <i>Nguyễn Thành Dương, Nguyễn Văn Phóng</i> .....	179
Đặc điểm cấu trúc nền công trình khu vực thị xã Đồng Xoài, Bình Phước và những đề xuất trong công tác khảo sát, thiết kế và quản lý nhà nước về xây dựng tại địa phương <i>Lê Trọng Thắng, Đào Bá Linh</i> .....	188
Ứng dụng phần mềm Modde 5.0 để phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ hỗn hợp đất xi măng trong phòng thí nghiệm <i>Nguyễn Thị Nụ, Đỗ Mai Anh</i> .....	195
Nghiên cứu, phân chia cấu trúc nền thành phố Hà Nội và đánh giá khả năng xây dựng của chúng <i>Nguyễn Văn Vũ, Trần Mạnh Liễu, Nguyễn Huy Phương, Nguyễn Văn Thương</i> .....	201
Phân tích nguyên nhân xói lở - bồi tụ cửa biển Thuận An bằng mô hình Mike <i>Tô Xuân Vu</i> .....	211
Nghiên cứu sử dụng hỗn hợp đất gia cố bằng xi măng kết hợp tro bay Nhà máy nhiệt điện An Khánh làm áo đường giao thông nông thôn <i>Bùi Trường Sơn, Nguyễn Thị Nụ, Nguyễn Văn Hùng, Phạm Thị Ngọc Hà, Phùng Hữu Hải, Phan Tự Hưởng</i> .....	218
Nghiên cứu hiện trạng và nguyên nhân trượt lở đất đá trên đường Hồ Chí Minh đoạn Đa Krông - Thạnh Mỹ <i>Huỳnh Thanh Bình, Tạ Đức Thịnh</i> .....	223
Phân tích hiệu quả kỹ thuật cọc Franki trong thiết kế xây dựng nhà cao tầng ở khu vực nội thành Hà Nội <i>Tô Xuân Vu</i> .....	230
Nghiên cứu quy luật biến đổi không gian trường thông số địa chất của lớp đất sét hệ tầng Hải Hưng ở đồng bằng Bắc Bộ <i>Tạ Đức Thịnh</i> .....	236
Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến các quá trình và hiện tượng địa chất ven biển Kiên Giang <i>Tô Hoàng Nam, Phạm Thị Ngọc Hà</i> .....	243
Nghiên cứu phát triển công nghệ gia cố nền đất yếu bằng cọc cát biển - xi măng phục vụ xây dựng công trình hạ tầng vùng ven biển <i>Tạ Đức Thịnh, Nguyễn Thị Dịu</i> .....	251
Đánh giá, dự báo lún mặt đất Thành phố Hà Nội do san lấp nền và xây dựng công trình trên móng nông <i>Nguyễn Văn Vũ, Nguyễn Huy Phương, Trần Mạnh Liễu, Nguyễn Huy Quang, Nguyễn Văn Thương</i> .....	256
Sử dụng mô hình số GEO5 phân tích giải pháp giữ ổn định vách hố đào tầng hầm dự án Lotte Mall, Tây Hồ, Hà Nội <i>Nhữ Việt Hà, Dương Văn Bình, Phạm Thế Công</i> .....	263
Đặc điểm địa chất công trình và đánh giá sức chịu tải của nền đất khu vực thành phố Vĩnh Long <i>Võ Đại Nhật, Phù Nhật Truyền, Lâm Ngọc Quý, Nguyễn Văn Tri</i> .....	269
Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hệ thống đê bao vùng Bắc Vàm Nao tỉnh An Giang <i>Võ Thanh Nhân, Trần Văn Tỳ, Trịnh Công Luận</i> .....	276

# ỨNG DỤNG PHẦN MỀM MODDE 5.0 ĐỂ PHÂN TÍCH CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CƯỜNG ĐỘ HỖN HỢP ĐẤT XI MĂNG TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM

Nguyễn Thị Nụ<sup>1,\*</sup>, Đỗ Mai Anh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Mỏ - Địa chất

<sup>2</sup> Công ty cổ phần Tư vấn khảo sát và Thiết kế công trình Thân Hồng Quang

\*Email: nguyenthinu@hmg.edu.vn

## Tóm tắt:

Bài báo phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ hỗn hợp đất yếu trộn với xi măng bằng phần mềm Modde 5.0. Sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm và lựa chọn được tổ hợp mẫu tối ưu để thí nghiệm. Thực nghiệm trong phòng với hàm lượng xi măng gia cố là 220, 250 và 280kg/m<sup>3</sup>. Đất được nghiên cứu là đất sét pha trạng thái dẻo chảy - chảy tại khu vực Hà Nội. Kết quả thí nghiệm của 27 tổ hợp mẫu ở các ngày tuổi 7,14 và 28 ngày được sử dụng để đưa vào phần mềm phân tích ảnh hưởng. Kết quả đã chỉ ra, để đạt yêu cầu thiết kế là 5MPa thì cần sử dụng hàm lượng xi măng là 250kg/m<sup>3</sup>. Đồng thời, các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ cọc đất xi măng lần lượt là hàm lượng xi măng, thời gian bảo dưỡng, thành phần hạt và hàm lượng hữu cơ. Kết quả cũng cho thấy, sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm và phần mềm Modde 5.0 để lựa chọn hàm lượng xi măng tối ưu để gia cố đất yếu tại hiện trường.

**Từ khóa:** phần mềm modde 5.0, cường độ, cọc đất xi măng.

## 1. Đặt vấn đề

Cọc đất xi măng được sử dụng rộng rãi ở trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Trong thực tế khi sử dụng phương pháp này, có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả của phương pháp cải tạo.

Trên thế giới đã có các nghiên cứu chỉ ra các yếu tố ảnh hưởng tới cường độ của cọc đất xi măng. Hàm lượng xi măng có quan hệ tuyến tính với cường độ cọc đất xi măng (Uddin và nnk, 1997), loại chất kết dính quyết định đến hiệu quả cải tạo (Kawasaki và nnk, 1981), tỷ lệ N/X hay lượng nước được thêm vào trong quá trình chế tạo mẫu cũng như phương pháp trộn, phương pháp thi công (trộn khô hay trộn ướt) có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng đất cải tạo (Endo, 1976), điều kiện hiện trường thường khác biệt so với trong phòng và cường độ hiện trường thường nhỏ hơn so với trong phòng (Hiệp hội trộn sâu xi măng Nhật Bản CDMA, Japan, 1994). Các khoáng vật có tính phân tán cao như montmorinolite làm giảm hiệu quả cải tạo đất bằng cọc đất xi măng (Croft, 1976; Bell, 1976; Koncagül *et al.*, 1999, Bell, 1976). Các thành phần vật chất hữu cơ, hàm lượng muối ăn mòn, đặc điểm môi trường nước lỗ rỗng có xu hướng làm giảm cường độ cọc đất xi măng (Clare, Sherwood, 1954; Stavridakis, 2003; Stavridakis and Hatzigogos, 1999; Anon, 1990).

Như vậy, có thể thấy có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến giải pháp xử lý cọc đất xi măng. Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ cọc đất xi măng cho phép đưa ra hàm lượng tối ưu của xi măng đưa vào từng công

trình cụ thể. Mặt khác, nó còn quyết định đến hiệu quả gia cố nền đất tại mỗi dự án.

Sử dụng phần mềm Modde 5.0 giúp phân tích kết quả thí nghiệm, đánh giá các yếu tố ảnh hưởng, tìm điều kiện tối ưu cho thí nghiệm thực tế, kiểm tra độ tin cậy của mô hình thực nghiệm. Phần mềm Modde 5.0 căn cứ trên cơ sở sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm cực trị có mục đích xây dựng mô hình thực nghiệm, xác định được giá trị tối ưu của hàm mục tiêu và các tọa độ tối ưu của hàm.

Như vậy, khi sử dụng MODDE 5.0 để phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ cọc đất xi măng sẽ cho phép vừa đánh giá được yếu tố ảnh hưởng, vừa xác định được cường độ xi măng tối ưu để đưa vào thiết kế công trình cũng như chỉ ra được mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến cường độ cọc đất xi măng.

## 2. Lựa chọn loại đất và phương pháp nghiên cứu

Sử dụng các loại vật liệu gồm xi măng, đất tại chỗ phân bố tại khu vực Hà Nội. Đất được lấy tại vị trí có đặc điểm địa tầng gồm 4 lớp. Lớp 1 là đất lấp; lớp 2 là sét pha, nâu gụ, nâu vàng, trạng thái dẻo chảy - dẻo mềm; Sét pha, bùn sét pha xám đen, chứa hữu cơ trạng thái dẻo chảy; Cát pha màu xám nâu, xám ghi trạng thái dẻo. Các mẫu đất được lấy tại các lớp 2,3,4 để thí nghiệm phân tích các yếu tố ảnh hưởng.

Phương pháp nghiên cứu:

*Phương pháp thực nghiệm:* Tiến hành thí nghiệm xác định cường độ kháng nén của hỗn hợp cọc đất xi măng ở trong phòng. Thí nghiệm với các hàm lượng xi

măng là 220, 250, 280 kg/m<sup>3</sup> đối với các lớp đất 2,3,4. Loại xi măng sử dụng là PCB40 của Vicen Hoàng Thạch. Nước sử dụng là nước dùng cho sinh hoạt. Đất có khối lượng thể tích lần lượt là 1,598; 1,597, 1,694 g/cm<sup>3</sup> với độ ẩm lần lượt là 64,%; 67% và 50%.

**Quy hoạch hóa thực nghiệm:** Sử dụng phương pháp mô hình hóa thực nghiệm bậc 2 tâm giao bốn yếu tố và sử dụng phần mềm MODDE 5.0 để phân tích các yếu tố ảnh hưởng.

Căn cứ vào vùng khảo sát, mức thực nghiệm sẽ được lựa chọn. Giá trị thật để làm thực nghiệm sẽ được tính theo công thức sau [Trình Đức Công và nnk, 2011]:

$$X_i = \pm 1; \pm d = (X_{i \text{ thực}} - X_{i \text{ gốc}}) / \lambda_i \quad (1)$$

trong đó:  $\pm 1$  là giá trị mã hóa mức cao và mức thấp của yếu tố khảo sát;  $\pm d$  là cánh tay đòn, lần lượt là các giá trị +1,414 và -1,414;  $X_{i \text{ thực}}$  là giá trị thực của các số yếu tố khảo sát;  $X_{i \text{ gốc}}$  là giá trị gốc của yếu tố khảo sát;  $\lambda_i$  là khoảng biến thiên của các yếu tố khảo sát;

+ Căn cứ vào các giá trị thật tính toán được sẽ lập bảng quy hoạch hóa thực nghiệm và làm thí nghiệm theo bảng quy hoạch.

+ Từ kết quả thí nghiệm được, đưa bảng ma trận thực nghiệm vào phần mềm MODDE 5.0 để xác định các yếu tố ảnh hưởng.

+ Sau đó mô hình thực nghiệm được kiểm tra độ tin cậy và các yếu tố chính ảnh hưởng đến cường độ của hỗn hợp đất xi măng được đánh giá.

+ Kiểm tra độ tin cậy của mô hình thực nghiệm, đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố chính đến cường độ của hỗn hợp đất xi măng.

- Số thực nghiệm để tìm mô hình hóa thực nghiệm bậc hai tâm trục giao:

$$N = 2^{n-d} + 2.n + N_0 \quad (2)$$

Trong đó:  $2^{n-d}$  là số thực nghiệm ở ma trận gốc;  $2.n$  là số thực nghiệm ở điểm sao;  $k$  là số yếu tố khảo sát;  $q$  là mức rút gọn;  $N_0$  là số thực nghiệm ở điểm tâm, thường lấy  $N_0 = 1$ .

- Mô hình được đánh giá độ tin cậy thông qua hai giá trị  $R^2$  và  $Q^2$ . Các giá trị này phản ánh khả năng dự đoán của mô hình. Khi các giá trị càng tiến sát đến 1 mô hình có độ tin cậy càng cao.  $Q^2 > 7$ , mô hình có khả năng tốt, ít mắc lỗi. Còn  $R^2$  là phần trăm giá trị tương thích của mô hình.

Cường độ hỗn hợp trộn đất xi măng ở 28 ngày tuổi trong phòng cần đạt được 5.0 kG/cm<sup>2</sup> với tỷ lệ nước xi măng là 0.8. Khi phân tích yếu tố ảnh hưởng đến cường độ hỗn hợp đất - xi măng ở trong phòng chỉ đề cập đến các yếu tố là hàm lượng xi măng, thời gian bảo dưỡng, thành phần hạt (nhóm hạt cát) và hàm lượng hữu cơ.

Quy trình thực hiện như sau:

**Bước 1:** Bố trí nghiệm tối ưu (biến thực)

X1- hàm lượng xi măng (kG/m<sup>3</sup>): 220 đến 280;

X2 - thời gian bảo dưỡng mẫu (ngày): 7 đến 28;

X3 - Hàm lượng nhóm hạt cát (%): 10 đến 60;

X4 - hàm lượng hữu cơ (%): 7 đến 8.

**Bước 2:** Lập ma trận bố trí nghiệm mã hóa các biến độc lập

Bảng 1. Ma trận mã hóa các biến độc lập

Tên biến		Mức nghiên cứu				
Biến thực	Biến mã	-∞	-1	0	1	+∞
X1	U1	200	220	250	280	300
X2	U2	3	7	14	28	32
X3	U3	5	10	35	60	65
X4	U4	6,5	7	7,5	8	8,5

Trong đó: ∞ - giá trị thiên cận;

$U_{\max}, U_{\min}$  - các giá trị cận trên (+1) và cận dưới (-1);

$U_0$  - giá trị trung bình của cận trên và cận dưới  $U_0 = (U_{\max} + U_{\min})/2$ .

**Bước 3:** Bố trí ma trận thực nghiệm

Số thực nghiệm để tìm mô hình hóa thực nghiệm = số thí nghiệm ở hai mức trên dưới + thí nghiệm ở điểm sao + thí nghiệm ở tâm =  $(4 \times 4) + (2 \times 4) + 3 = 27$ .

Bảng 2. Bố trí ma trận thực nghiệm

STT	Biến thực							
	X1	X2	X3	X4	U1	U2	U3	U4
1	220	7	10	7	-1	-1	-1	-1
2	220	7	10	8	-1	-1	-1	+1
3	220	7	60	7	-1	-1	+1	-1
4	220	28	10	7	-1	+1	-1	-1
5	280	7	10	7	+1	-1	-1	-1
6	220	7	60	8	-1	-1	+1	+1
7	220	28	10	8	-1	+1	-1	+1
8	280	7	10	8	+1	-1	-1	+1
9	220	28	60	7	-1	+1	+1	-1
10	280	7	60	7	+1	-1	+1	-1
11	280	28	10	7	+1	+1	-1	-1
12	220	28	60	8	-1	+1	+1	+1
13	280	7	60	8	+1	-1	+1	+1
14	280	28	10	8	+1	+1	-1	+1
15	280	28	60	7	+1	+1	+1	-1

STT	Biến thực							
	X1	X2	X3	X4	U1	U2	U3	U4
16	280	28	60	8	+1	+1	+1	+1
17	200	14	35	7,5	-2	0	0	0
18	300	14	35	7,5	+2	0	0	0
19	250	3	35	7,5	0	-2	0	0
20	250	32	35	7,5	0	+2	0	0
21	250	14	5	7,5	0	0	-2	0
22	250	14	65	7,5	0	0	+2	0
23	250	14	35	6,5	0	0	0	-2
24	250	14	35	8,5	0	0	0	+2
25	250	14	35	7,5	0	0	0	0
26	250	14	35	7,5	0	0	0	0
27	250	14	35	7,5	0	0	0	0

Theo bảng 2 thì thời gian để nghiên cứu trong khoảng 3 đến 32 ngày tuổi, tuy nhiên chỉ tập trung vào các ngày tuổi là 7, 14, 28. Chính vì vậy, tiến hành lựa chọn ngày tuổi thí nghiệm là 7, 14, 28 ngày tuổi.

Thành phần hạt và hàm lượng hữu cơ được bố trí trong khoảng biến đổi của các lớp đất, do vậy, tiến hành lựa chọn theo lớp đất nghiên cứu.

Trên cơ sở ma trận thực nghiệm, tiến hành thí nghiệm cọc đất xi măng ở các ngày tuổi 7, 14, 28 ngày với các hàm lượng xi măng là 220, 250, 280kg/m<sup>3</sup> cho các lớp đất 2, 3, 4 có thành phần hạt và hàm lượng hữu cơ biến đổi trong phạm vi như trên. Tổng khối lượng là 27 tổ hợp mẫu. Kết quả thí nghiệm được trình bày ở bảng 3 và ma trận thực nghiệm ở bảng 4.

Bảng 3. Cường độ xi măng đất

Lớp đất	Hàm lượng xi măng	q <sub>u</sub> , 7 ngày bảo dưỡng (kG/cm <sup>2</sup> )	q <sub>u</sub> , 14 ngày bảo dưỡng (kG/cm <sup>2</sup> )	q <sub>u</sub> , 28 ngày bảo dưỡng (kG/cm <sup>2</sup> )
2	220	4,48	5,21	5,68
	250	5,94	6,95	7,56
	280	8,07	8,85	9,97
3	220	3,64	3,99	4,38
	250	4,34	5,02	5,82
	280	5,89	6,89	7,52
4	220	4,58	5,25	7,29
	250	7,12	7,87	9,00
	280	9,88	11,12	11,93

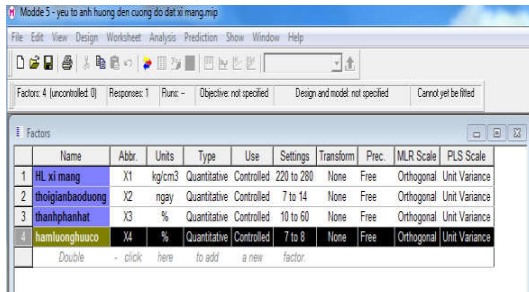
Bảng 4. Kết quả nghiên cứu ma trận thực nghiệm

STT	Biến thực								Hàm mục tiêu
	X1	X2	X3	X4	U1	U2	U3	U4	Y
1	280	7	10	8	1	-1	-1	1	4,38
2	280	28	10	7	1	1	-1	-1	9,97
3	280	28	60	7	1	1	1	-1	11,93
4	280	28	60	8	1	1	1	1	5,82
5	220	28	60	7	-1	1	1	-1	9,88
6	220	28	10	7	-1	1	-1	-1	8,07
7	280	7	60	8	1	-1	1	1	7,56
8	280	28	10	8	1	1	-1	1	7,52
9	280	7	60	7	1	-1	1	-1	7,29
10	220	28	60	8	-1	1	1	1	4,34
11	220	7	60	8	-1	-1	1	1	5,94
12	280	7	10	7	1	-1	-1	-1	5,68
13	220	28	10	8	-1	1	-1	1	5,89
14	220	7	60	7	-1	-1	1	-1	4,58
15	220	7	10	8	-1	-1	-1	1	3,64
16	220	7	10	7	-1	-1	-1	-1	4,48
17	250	17,5	35	7,5	0	0	0	0	6,89
18	250	17,5	35	7,5	0	0	0	0	5,25
19	250	17,5	35	7,5	0	0	0	0	11,12
20	200	17,5	35	7,5	-2	0	0	0	7,12
21	300	17,5	35	7,5	2	0	0	0	9,00
22	250	3	35	7,5	0	-2	0	0	5,21
23	250	32	35	7,5	0	2	0	0	8,85
24	250	17,5	5	7,5	0	0	-2	0	6,95
25	250	17,5	65	7,5	0	0	2	0	5,02
26	250	17,5	35	6,5	0	0	0	-2	7,87
27	250	17,5	35	8,5	0	0	0	2	3,99

### 3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

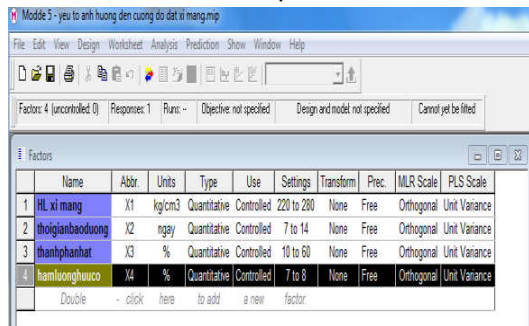
Sau khi thiết lập ma trận thực nghiệm và tiến hành thí nghiệm hàm mục tiêu thì nhập kết quả vào phần mềm.

#### Bước 1: Khai báo hàm cơ sở



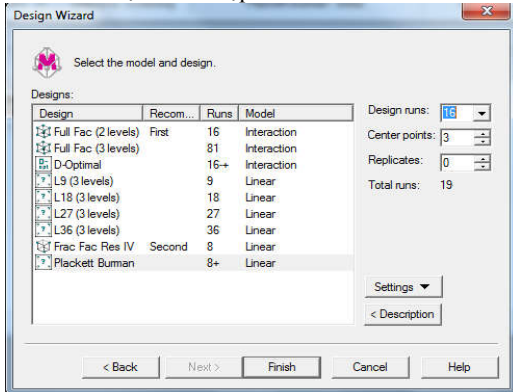
Hình 1. Khai báo hàm cơ sở

#### Bước 2: Khai báo hàm mục tiêu



Hình 2. Khai báo hàm mục tiêu

#### Bước 3: Chọn số lần lặp



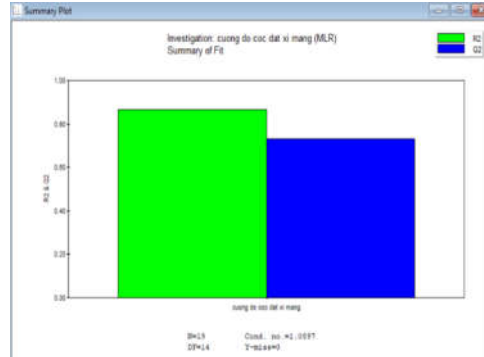
Hình 3. Chọn số lần lặp

#### Bước 4: Nhập dữ liệu đã thực nghiệm thực tế

Factor 4 (uncontrolled Q)	Response: 1	Run: 15	Objective Scoring	Plackett-Burman - linear	Fitted with MLR			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Exp No	Exp Name	Run Order	Incl/Excl	hàm lượng xi măng	thời gian bảo dưỡng	thành phần hạt	hàm lượng hữu cơ	cường độ cọc đất xi măng
1	1 N1	17	Incl	250	7	35	7	5,33
2	2 N2	10	Incl	250	28	10	7	5,97
3	3 N3	6	Incl	250	28	60	7	11,93
4	4 N4	3	Incl	250	28	60	8	5,02
5	5 N5	15	Incl	220	28	60	8	9,08
6	6 N6	14	Incl	250	7	60	8	8,07
7	7 N7	5	Incl	220	28	10	8	7,56
8	8 N8	8	Incl	250	7	60	7	7,32
9	9 N9	2	Incl	250	28	10	8	7,29
10	10 N10	13	Incl	220	28	60	7	4,34
11	11 N11	11	Incl	220	7	60	8	5,94
12	12 N12	18	Incl	250	7	10	8	5,89
13	13 N13	12	Incl	220	28	10	7	5,09
14	14 N14	1	Incl	220	7	60	7	4,58
15	15 N15	4	Incl	220	7	10	8	3,64
16	16 N16	7	Incl	220	7	10	7	4,40
17	17 N17	9	Incl	235	17,5	35	7,5	6,09
18	18 N18	14	Incl	235	17,5	35	7,5	5,25
19	19 N19	15	Incl	235	17,5	35	7,5	11,12

Hình 4. Nhập dữ liệu thực tế

#### Bước 5: Xác định hệ số quy hồi



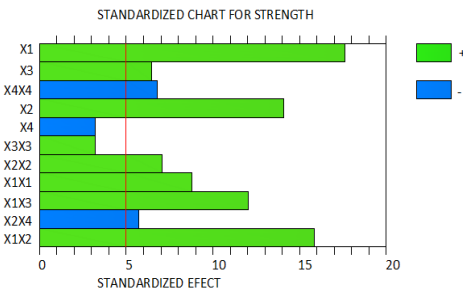
Hình 5. Nhập dữ liệu thực tế

#### Bước 6: Đánh giá tính ý nghĩa của hệ số quy hồi

	1	2	3	4	5
1	cường độ cọc đất xi măng	Coeff. SC	Std. Err.	P	Conf. int(±)
2	Constant	6.60105	0.227133	6.46416e-014	0.487157
3	X1	1.6475	0.247513	1.08507e-005	0.530867
4	X2	0.79875	0.247513	0.00608356	0.530867
5	X3	1.43875	0.247513	4.50122e-005	0.530867
6	X4	0.16375	0.247513	0.51898	0.530867
7					
8		N = 19	Q2 = 0.733	Cond. no. = 1.0897	
9		DF = 14	R2 = 0.864	Y-miss = 0	
10			R2 Adj. = 0.825	RSD = 0.9901	
11				Conf. lev. = 0.95	

Hình 6. Đánh giá tính ý nghĩa của hệ số quy hồi

Kết quả phân tích các yếu tố ảnh hưởng được trình bày ở hình 7.



Hình 7. Biểu đồ đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ cọc đất xi măng (dấu + biểu thị mức độ ảnh hưởng dương, dấu - biểu thị mức độ ảnh hưởng âm)

Kết quả cho thấy cả 4 nhân tố đều ảnh hưởng đáng kể đến hàm mục tiêu.

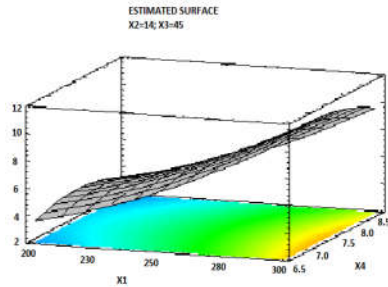
Yếu tố X1 - hàm lượng xi măng có ảnh hưởng 17,62% đến cường độ cọc đất xi măng; X2 - thời gian bảo dưỡng mẫu có ảnh hưởng 14,1% đến cường độ cọc đất xi măng; X3 - nhóm hạt cát ảnh hưởng 6,45% đến cường độ cọc đất xi măng; X4 - hàm lượng hữu cơ ảnh hưởng 3,2% đến cường độ cọc đất xi măng.

Trong đó, 3 yếu tố là hàm lượng xi măng, thời gian bảo dưỡng mẫu và thành phần hạt (X1, X2, X3) có ảnh hưởng dương, tỷ lệ thuận với hàm mục tiêu. Yếu tố hàm lượng hữu cơ có ảnh hưởng âm, tỷ lệ nghịch với hàm mục tiêu.

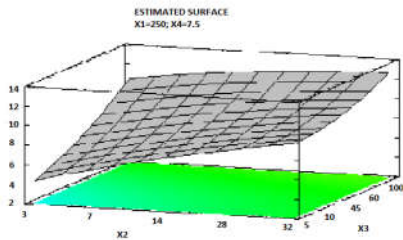
Đối với độ chuyển hóa, giá trị  $R^2 = 0,864 \approx 1$  và  $Q^2 = 0,733 > 0,7$ ; đối với khối lượng phân tử, giá trị  $R^2 = 0,864 \approx 1$  và  $Q^2 = 0,733 > 0,7$ . Điều này chứng tỏ mô

hình thực nghiệm có độ tin cậy cao và ít mắc lỗi. Phương trình hồi quy mô tả đúng thực nghiệm.

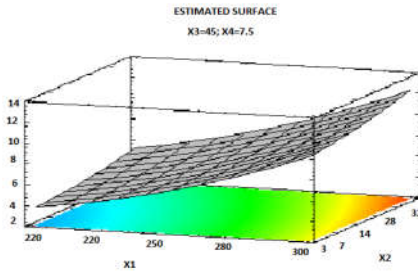
Kết quả này cũng phù hợp với xu hướng chung của các quá trình thí nghiệm thực tế. Theo đó, các nhân tố như: hàm lượng xi măng, thời gian bảo dưỡng mẫu, thành phần hạt và hàm lượng hữu cơ đều có ảnh hưởng đến cường độ cọc đất xi măng.



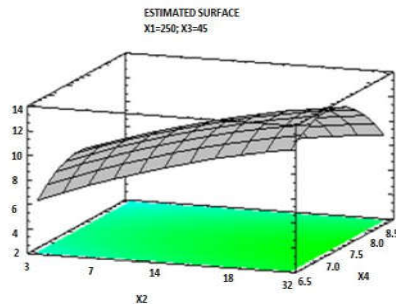
Hình 8. Ảnh hưởng tương tác của hàm lượng xi măng và hàm lượng hữu cơ đến cường độ cọc đất xi măng



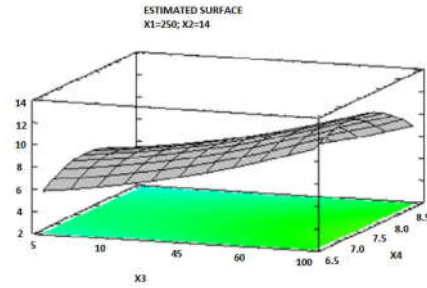
Hình 9. Ảnh hưởng tương tác của thời gian bảo dưỡng mẫu và thành phần hạt đến cường độ cọc đất xi măng



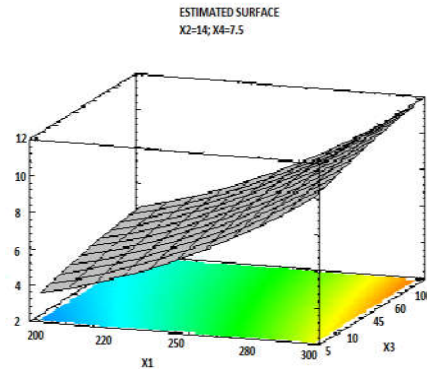
Hình 10. Ảnh hưởng tương tác của hàm lượng hữu cơ và thời gian bảo dưỡng mẫu đến cường độ cọc đất xi măng



Hình 11. Ảnh hưởng tương tác của thời gian bảo dưỡng mẫu và hàm lượng hữu cơ đến cường độ cọc đất xi măng



Hình 12. Ảnh hưởng tương tác của thành phần hạt và hàm lượng hữu cơ đến cường độ cọc đất xi măng



Hình 13. Ảnh hưởng tương tác của hàm lượng xi măng và thành phần hạt đến cường độ cọc đất xi măng

Bề mặt ước tính cong biểu diễn ảnh hưởng của tương tác là tỷ lệ nghịch với cường độ cọc đất xi măng.

Bề mặt ước tính là một mặt phẳng có chiều hướng đi lên chỉ các yếu tố ảnh hưởng tương tác tỷ lệ nghịch với cường độ cọc đất xi măng.

Kết quả cũng chỉ ra rằng bố yếu tố ảnh hưởng gồm: Hàm lượng xi măng, thời gian bảo dưỡng mẫu, thành phần hạt đất, hàm lượng hữu cơ (X1, X2, X3, X4) đều có tương tác với nhau và ảnh hưởng đến hàm mục tiêu.

Hàm lượng xi măng, thời gian bảo dưỡng mẫu, nhóm hạt cát (X1, X2, X3) có tương tác đến hàm mục tiêu, tạo thành một mặt phẳng có chiều hướng đi lên điều đó chứng tỏ rằng khi hàm lượng xi măng, thời gian bảo dưỡng mẫu, thành phần hạt đất (X1, X2, X3) tỷ lệ thuận với hàm mục tiêu.

Hàm lượng hữu cơ (X4) khi xuất hiện tạo với bề mặt ước tính một mặt cong, tăng dần đến một giá trị giới hạn, nếu tiếp tục tăng sẽ làm giảm giá trị của hàm mục tiêu, hay nói cách khác, hàm lượng hữu cơ X4 tỷ lệ nghịch với hàm mục tiêu hay hàm lượng hữu cơ tỷ lệ nghịch với cường độ cọc đất xi măng.

Trên thực tế, hàm lượng xi măng càng cao thì cường độ càng lớn; cường độ tăng khi thời gian bảo dưỡng tăng; đất loại cát dùng trong xi măng sẽ cho cường độ cao hơn đất loại sét và cao hơn bùn; đất càng có hàm lượng hữu cơ cao thì cường độ cọc đất xi măng sẽ giảm.

#### 4. Kết luận

Qua phân tích và sử dụng phần mềm Modde 5.0 để đánh giá yếu tố ảnh hưởng cho thấy:

Các yếu tố ảnh hưởng tới cường độ hỗn hợp đất xi măng trong phòng thí nghiệm với khi tỷ lệ nước - xi măng là 0.8 gồm các yếu tố hàm lượng xi măng, thời gian bảo dưỡng, nhóm hạt cát và hàm lượng hữu cơ. Mức độ ảnh hưởng là lần lượt là 17,62%; 14,1%, 6,45% và 3,2%. Trong đó, hàm lượng xi măng ảnh hưởng lớn nhất và hàm lượng hữu cơ ảnh hưởng nhỏ nhất.

Hàm lượng xi măng tối ưu sử dụng là 250 kg/m<sup>3</sup> đảm bảo yêu cầu cường độ ở 28 ngày tuổi đạt được 0.5MPa.

Quy hoạch thực nghiệm và ứng dụng phần mềm Modde 5.0 cho phép lựa chọn được số lượng mẫu tối ưu để thực nghiệm và xác định được mức độ ảnh hưởng của các yếu tố tới cường độ hỗn hợp đất trộn xi măng. Từ đó, hàm lượng xi măng tối ưu được xác định để đạt được yêu cầu thiết kế.

#### Tài liệu tham khảo

- Trịnh Đức Công, Nguyễn Văn Khôi, 2011. Tìm điều kiện tối ưu cho quá trình trùng hợp polyme ưa nước trên cơ sở axit acrylic sử dụng chất khơi mào amoni persulfat bằng phương pháp quy hoạch hóa thực nghiệm, Tạp chí Khoa học và Công nghệ 49 (2) 101-105.
- Buddhima Indraratna, Jian Chu, 2005. Ground improvement case histories, Elsevier Geo-Engineering Book Series.
- Hsai-Yang Hang, 1991. Foundation engineering handbook, Chapman and Hall, in New York and London.
- Hans-Georg Kempfert, Berhane Gebreselassie, 2006. Excavations and Foundations in Soft Soils, The Netherlands.
- M.P.Moseley, K.Kirsh, 2004. Ground improvement, Spans Press.
- Roberb W.day, Foundation engineering handbook.
- F.G.Bel, 1993. Engineering treatment of soil, E & FN Spon in 1993.
- T.William Lambe, 1991. Soil testing for Engineering. New York.

### ABSTRACT

#### APPLYING MODDE 5.0 SOFTWARE TO ANALYSIS THE FACTORS AFFECTING THE STRENGTH OF SOIL-CEMENT MIXING IN THE LABORATORY

Nguyen Thi Nu<sup>1,\*</sup>, Do Mai Anh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hanoi University of Mining and Geology

<sup>2</sup>Than Hong Quang Construction Company

\*Email: nguyenthinu@humg.edu.vn

This article is aimed at analysing the factors affecting the strength of soil - cement mixing in the laboratory by modde 5.0. This analysis base on the experimental planning method and it can be selected the optimal number of samples for experiment. The cement content is used in this study is 220, 250 and 280 kg/m<sup>3</sup>. The soil for mixture of soil - cement is very soft soil distributed in Ha Noi area. Experimental results of 27 sample of mixture of soil - cement at 7, 14 and 28 days curing were used to incorporate in the modde 5.0 software. The results indicated that the compressive strength of soil cement mixture content of 250 kg/m<sup>3</sup> can be achieved 5MPa. By analysis on the MODDE 5.0, the factors affecting compressive strength of cement soil pile are cement content, time curing, grain composition and organic content. The results also showed that using experimental planning method and Modde 5.0 software to select the optimal cement content to design deep mixing method.

**Keywords:** modde 5.0, compressive strength, deep mixing method.

*Ngày nhận bài: 06/8/2019; Ngày phản biện: 04/9/2019; Ngày chấp nhận đăng: 18/9/2019.*