

# NGHIÊN CỨU QUAN HỆ GIỮA CHIỀU SÂU THÂM NHẬP VỚI KÍCH THƯỚC ĐÁ HỌC VÀ ĐỘ NHỚT CỦA VẬT LIỆU HỖN HỢP ASPHALT CHÈN TRONG ĐÁ HỌC CHO KẾT CẤU BẢO VỆ MÁI ĐÊ BIỂN

Nguyễn Mạnh Trường

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày nghiên cứu quan hệ giữa chiều sâu thâm nhập vữa asphalt với kích thước đá học và độ nhớt vữa asphalt trong kết cấu bảo vệ mái đê biển bằng vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá học. Thông qua công thức quan hệ xác định được chiều sâu thâm nhập và độ nhớt của vữa asphalt. Chiều sâu thâm nhập và độ nhớt vữa asphalt là hai trong những chỉ tiêu cơ lý quan trọng của vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá học, để phục vụ cho công tác nghiên cứu ứng dụng loại vật liệu này cho kết cấu bảo vệ mái đê biển Việt Nam.

**Từ khóa:** Đê biển, Vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá học.

**Summary:** The article presents the research on the relationship between the depth of asphalt mortar penetration with the size of the stone and asphalt wet in the slope protection structure of the sea dyke embankment with the fully grouted stone asphalt. Through the relationship formula to determine the depth of penetration and asphalt wet. Depth of penetration and asphalt wet are two of the important physical and mechanical parameters of the the fully grouted stone asphalt, in order to research and apply this material to the slope protection structure of Viet Nam' sea dyke.

**Key words:** Sea dyke, Fully grouted stone asphalt

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cấu tạo của lớp kết cấu bảo vệ mái đê biển bằng vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá học gồm có lớp đá học lát khan hoặc thả rỏi trên mái đê với chiều dày tính toán và hỗn hợp vữa asphalt lấp đầy vào các khe rỗng của đá học tạo thành một lớp kết cấu mảng đặc chắc. Do yêu cầu về độ nhớt của hỗn hợp phải đảm bảo khả năng lấp đầy các khe kẽ của viên đá học, do vậy vữa asphalt có tỷ lệ sử dụng nhựa đường cao hơn bê tông asphalt sử dụng phổ biến cho đường giao thông.

Việc nghiên cứu xác định được chiều sâu thâm nhập của vữa asphalt vào khe kẽ các viên đá học là vô cùng quan trọng, vì việc thiết kế chiều dày lớp kết cấu bảo vệ mái đê bằng vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá học phụ

thuộc vào chiều sâu thâm nhập của hỗn hợp vữa asphalt vào khe rỗng của đá học trên mái nghiêng (thông thường với yêu cầu lớp kết cấu đặc chắc, có khả năng chịu lực và độ bền cao thì chiều sâu thâm nhập yêu cầu thường bằng chiều dày thiết kế lớp kết cấu). Chiều sâu thâm nhập của hỗn hợp vữa asphalt vào khe rỗng của đá học trên mái nghiêng phụ thuộc vào độ nhớt của hỗn hợp vữa asphalt, độ rỗng của lớp đá học, độ nhám bề mặt viên đá, độ dốc mái nghiêng... Ngoài ra trong nội dung tính toán về vật liệu và thành phần cấp phối của hỗn hợp vật liệu asphalt, việc xác định độ nhớt của hỗn hợp vữa asphalt theo các tài liệu trên thế giới và ở Việt Nam đang sử dụng đều lấy theo kinh nghiệm. Để có được kết quả chính xác phù hợp với nguồn vật liệu sử dụng, điều kiện nhiệt độ và khí hậu của Việt Nam, tác giả sẽ xây dựng công thức quan hệ giữa chiều sâu thâm nhập với kích thước đá học và độ nhớt của vữa asphalt.

Ngày nhận bài: 11/3/2019

Ngày thông qua phản biện: 04/4/2019

Ngày duyệt đăng: 25/4/2019

Việc nghiên cứu tìm ra được công thức quan hệ giữa chiều sâu thâm nhập với kích thước đá học và độ nhớt của vữa asphalt là vô cùng quan trọng và cần thiết trong quá trình tính toán thiết kế thành phần cấp phối vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá học, thông qua việc lựa chọn kích thước đá học sử dụng trong kết cấu mái nghiêng và chiều sâu thâm nhập yêu cầu của hỗn hợp vữa asphalt trong khe rỗng của đá học, xác định được độ nhớt để tính toán thiết kế thành phần cấp phối.

Hơn thế nữa độ nhớt xác định được thông qua công thức quan hệ giữa chiều sâu thâm nhập với kích thước viên đá học và độ nhớt của vữa asphalt, được nghiên cứu trên vật liệu và điều kiện thực tế của Việt Nam, do vậy giá trị độ nhớt tính toán thiết kế cấp phối sẽ chính xác và phù hợp hơn việc lấy theo kinh nghiệm.

Đây sẽ là công thức tính toán độ nhớt của vật liệu hỗn hợp asphalt trong điều kiện thực tế của Việt Nam, thay thế cho độ nhớt thường được lấy theo kinh nghiệm của các nước trên thế giới, làm tăng thêm hiệu quả và độ chính xác khi ứng dụng loại kết cấu bằng vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá học cho đê biển Việt Nam.

## 2. NHỮNG YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐỘ NHỚT CỦA VẬT LIỆU HỖN HỢP ASPHALT

Vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá học là loại vữa cấu thành bởi bitum, bột đá, cát, đá dăm (có thể độn thêm), ở nhiệt độ cao có độ lưu động cao, có thể tự chèn đầy vào các khe, kẽ của các viên đá học. Nó có những đặc tính cơ bản của vật liệu hỗn hợp có nguồn gốc chất kết dính bitum như bê tông asphalt (như độ ổn định, độ dẻo, các đặc trưng về thể tích) và có những đặc điểm khác biệt như có tính nhớt cao.

Độ nhớt là một trong những chỉ tiêu cơ lý quan trọng nhất của vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá học. Độ nhớt yêu cầu của vật liệu hỗn hợp asphalt được quyết định bởi điều kiện thi công như: kích thước đá học, chiều dày lớp gia

cố, độ nghiêng của mái đê,... Song song với đó có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến độ nhớt của vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá học đó là: Nhiệt độ của hỗn hợp, tỷ lệ thành phần cấp phối hỗn hợp, các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu, chất độn mịn, loại bitum sử dụng,...

### 2.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ nhớt của vật liệu hỗn hợp

Nhiệt độ của hỗn hợp có ảnh hưởng trực tiếp đến độ nhớt của nó, nhiệt độ của hỗn hợp càng cao thì độ nhớt của nó càng giảm, theo kinh nghiệm của nước ngoài, độ nhớt của hỗn hợp đảm bảo điều kiện thi công nằm ở trong một dải rất lớn từ  $30 \div 200$  Pa.s tùy thuộc vào các trường hợp cụ thể.

Khi nhiệt độ tăng cao độ nhớt của hỗn hợp giảm đi, hỗn hợp trở nên linh động, dễ dàng xâm nhập, lấp đầy vào trong các khe kẽ của đá học. Tuy vậy độ nhớt của hỗn hợp giảm tới một giá trị nào đó, trong thời gian đầu khi hỗn hợp chưa nguội, vật liệu hỗn hợp sẽ không ổn định, dễ dàng tràn ra ngoài các khe kẽ của đá học trên mái nghiêng của đê, kè.

### 2.2. Ảnh hưởng của chất độn mịn đến độ nhớt của vật liệu hỗn hợp

Với cùng một hàm lượng nhựa như nhau, tăng hàm lượng chất độn mịn có tác dụng làm giảm độ nhớt của vật liệu hỗn hợp, tức là hỗn hợp có nhiều bột khoáng hơn sẽ dễ chảy hơn, tuy nhiên đến một giá trị nhất định nó sẽ có tác dụng ngược lại, tăng hàm lượng chất độn mịn dẫn đến độ nhớt cũng tăng theo.

Với hàm lượng chất độn mịn thích hợp, vật liệu hỗn hợp asphalt vừa đảm bảo độ nhớt đồng thời không xuất hiện tách lớp. Khi hàm lượng bitum lớn và nhiệt độ hỗn hợp cao bắt đầu xuất hiện tách nhựa ở những cấp phối có hàm lượng chất độn mịn thấp. Như vậy chất độn mịn còn có vai trò ổn định tính công tác của hỗn hợp, giảm tách lớp, phân tầng.

### 2.3. Ảnh hưởng của cốt liệu đến độ nhớt của

### **vật liệu hỗn hợp**

Cốt liệu đóng vai trò hết sức quan trọng trong vật liệu hỗn hợp, nó chiếm một tỷ lệ lớn (trên dưới 80% về khối lượng tùy theo loại vật liệu hỗn hợp), do đó nó có ảnh hưởng rất lớn đến các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật của vật liệu hỗn hợp.

Với cùng một hàm lượng bitum và ở một nhiệt độ nhất định, cốt liệu có thành phần hạt liên tục, hình dạng tròn, bề mặt nhẵn, vật liệu hỗn hợp sẽ có độ nhớt thấp hơn, hay ngược lại ở một nhiệt độ nhất định, với cùng độ nhớt yêu cầu, vật liệu hỗn hợp sử dụng cốt liệu tốt, hàm lượng bitum sẽ thấp hơn.

Ngoài ra các chỉ tiêu cơ lý khác của cốt liệu như: độ đặc chắc, nguồn gốc cốt liệu cũng có ảnh hưởng đáng kể đến mức độ tiêu thụ bitum, độ nhớt của vật liệu hỗn hợp.

### **2.4. Ảnh hưởng của bitum đến độ nhớt của vật liệu hỗn hợp**

Bitum là thành phần quan trọng nhất để tạo lên vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá hộc. Trong vật liệu hỗn hợp bitum đóng vai trò là chất kết dính để liên kết các thành phần vật liệu rời (bột đá, cát, đá dăm) lại với nhau. Trong thành phần cấp phối vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá hộc, hàm lượng bitum phải đủ lớn để không chỉ lấp đầy các khe kẽ giữa các thành hạt rời mà còn tạo ra trên bề mặt chúng một lớp màng đủ lớn để các hạt vật liệu rời có thể trượt tương đối với nhau tạo ra hỗn hợp có độ chảy ở một nhiệt độ thích hợp. Độ dư của bitum càng lớn thì độ nhớt của vật liệu hỗn hợp càng nhỏ, tuy nhiên ở một nhiệt độ nhất định, nếu hàm lượng bitum vượt quá giới hạn cho phép thì vật liệu hỗn hợp asphalt sẽ xảy ra hiện tượng tách lớp và độ nhớt không giảm nữa. Hàm lượng bitum tối ưu phụ thuộc vào loại bitum, tỷ lệ thành phần, các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu rời (bột đá, cát, đá dăm) và cần phải thí nghiệm để xác định.

### **2.5. Ảnh hưởng của thành phần cấp phối đến độ nhớt của vật liệu hỗn hợp**

Thành phần cấp phối của vật liệu hỗn hợp asphalt là tỷ lệ phần trăm về khối lượng giữa các vật liệu thành phần (bitum, bột đá, cát). Như trên đã phân tích, các chỉ tiêu cơ lý của các vật liệu cấu thành lên vật liệu hỗn hợp có ảnh hưởng trực tiếp đến độ nhớt của hỗn hợp. Ngoài ra tỷ lệ phối trộn giữa các thành phần này cũng có ảnh hưởng rất lớn đến độ nhớt của nó. Ở nhiệt độ nhất định, hàm lượng nhựa tăng thì độ nhớt của hỗn hợp giảm, tuy nhiên hàm lượng nhựa tăng vượt quá giới hạn cho phép sẽ làm cho hỗn hợp bị tách nhựa, độ nhớt của hỗn hợp không giảm tiếp nữa. Chất độn mịn (bột đá) được đưa vào vật liệu hỗn hợp với mục đích bổ sung hàm lượng hạt mịn cho cốt liệu để tạo ra cốt liệu có thành phần hạt liên tục với tỷ lệ lỗ rỗng nhỏ, tỷ diện bề mặt cốt liệu hợp lý làm giảm mức tiêu thụ bitum mà vẫn đảm bảo độ nhớt yêu cầu, tức là với một hàm lượng bitum nhất định, khi tỷ lệ thành phần cấp phối các hạt rời tối ưu, vật liệu hỗn hợp sẽ có độ nhớt tối ưu.

## **3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU THÍ NGHIỆM**

### **3.1. Phương pháp nghiên cứu**

Trước khi tiến hành thí nghiệm, cần sơ bộ xác định mô hình toán học của đối tượng nghiên cứu, cần giải thích những yếu tố nào thay đổi trong quá trình làm thí nghiệm, những yếu tố nào giữ cố định và mục tiêu cần đạt được tối ưu.

Thực nghiệm có hai cách để tiến hành, cách thứ nhất là nghiên cứu thí nghiệm thay đổi lần lượt các yếu tố cho tới khi đạt được kết quả mong muốn, phương pháp cần thí nghiệm với số lượng lớn nhất là khi có nhiều nhân tố thay đổi. Cách thứ hai là dùng phương pháp toán quy hoạch thực nghiệm đa nhân tố kết hợp thuyết xác suất thống kê để tìm ra phương trình hồi quy. Phương pháp này giảm số lượng thí nghiệm và có thể khảo sát kết quả khi thay

đôi đồng thời nhiều nhân tố thành phần.

Trong nghiên cứu của mình, tác giả sử dụng phương pháp qui hoạch thực nghiệm để xác định quan hệ giữa chiều sâu thâm nhập của vữa asphalt với kích thước đá hộc và độ nhớt vữa asphalt.

Mô hình toán học là quá trình biểu diễn một qui luật nào đó dưới dạng một phương trình

$$y = \sum_i^n b_i x_i + \sum_{i < j}^n b_{ij} x_i x_j + \sum b_{ijk} x_i x_j x_k + \dots + \sum_i^n b_{ii} x_i^2 + \dots ; \quad (3.1)$$

Ở đây:

- y: hàm mục tiêu
- $x_i$ : Nhân tố ảnh hưởng lên hàm mục tiêu
- $b_i$ : Hệ số hồi qui bậc 1, mô tả ảnh hưởng của nhân tố  $x_i$  lên hàm mục tiêu
- $b_{ij}$ : Hệ số hồi qui bậc 1, mô tả ảnh hưởng đồng thời của 2 nhân tố  $x_i$  và  $x_j$ ...
- $b_{ii}$ : Hệ số hồi qui bậc 2, mô tả ảnh hưởng bậc 2 của nhân tố  $x_i$

Hệ số hồi qui của PTHQ có trị số tuyệt đối lớn, thì nó ảnh hưởng mạnh và ngược lại, nếu có trị số tuyệt đối nhỏ, thì ảnh hưởng yếu hoặc là không ảnh hưởng đến hàm mục tiêu. Hệ số có dấu dương ảnh hưởng tích cực lên hàm mục tiêu, hệ số có dấu âm ảnh hưởng tiêu cực lên hàm mục tiêu (HMT). Khi tìm được HMT (PTHQ) mô tả đúng thực nghiệm, chúng ta sẽ tính được giá trị của hàm mục tiêu, nghĩa là tính được kết quả nghiên cứu mà không cần làm thực nghiệm.

Trong nghiên cứu này tác giả sử dụng phương pháp qui hoạch thực nghiệm tâm xoay bậc 2 nhằm mục đích xây dựng mô hình toán thống kê, trên cơ sở đánh giá mức độ ảnh hưởng của các nhân tố đến chiều sâu thâm nhập của vữa asphalt nhằm đưa ra các quan hệ giữa chiều

toán học. Phương trình toán học tổng quát nhất là đa thức, vì với mọi loại hàm số, cuối cùng đều có thể qui về dạng đa thức. Tương ứng với bậc của đa thức (phương trình hồi qui - PTHQ) là độ chính xác của mô hình. Bậc càng cao thì mô hình mô tả càng chính xác qui luật [2].

Hàm mục tiêu có thể biểu diễn dưới dạng tổng quát sau:

sâu thâm nhập của vữa asphalt với kích thước đá hộc và độ nhớt vữa asphalt

Nguyên lý của phương pháp như sau:

Chọn biến và khoảng biến thiên của các biến:  
Trong đề tài nghiên cứu chọn hai biến:

$Z_1$ : Kích thước đá hộc (cm)

$Z_2$ : Độ nhớt vữa asphalt (Pas)

Chọn khoảng biến thiên của các biến

**Bảng 3.1. Khoảng biến thiên của các biến**

Tên biến	$Z_1$	$Z_2$
$Z_{\max}$	30	80
$Z_{\min}$	10	30
$Z_{tb}$	20	55
$\Delta Z$	10	25

Yêu cầu của bài toán: Chọn  $Z_1$  và  $Z_2$  tối ưu

Các hàm số phụ thuộc: Chiều sâu thâm nhập của vữa asphalt (l)

Phương pháp tiến hành xây dựng mô hình được tiến hành theo 5 bước sau:

Bước 1: Mã hóa các yêu tố thí nghiệm (Mã hóa các biến)

Bước 2: Thiết lập ma trận kế hoạch hóa thực nghiệm

**Bảng 3.2. Ma trận thực nghiệm theo mô hình bậc 2 tâm xoay (5 thí nghiệm ở tâm)**

N	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	x <sub>1</sub> x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub> <sup>2</sup>	x <sub>2</sub> <sup>2</sup>	y
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	y <sub>1</sub>
2	+1	+1	-1	-1	+1	+1	y <sub>2</sub>
3	+1	-1	+1	-1	+1	+1	y <sub>3</sub>
4	+1	-1	-1	+	+1	+1	y <sub>4</sub>
5	+1	+ α	0	0	α <sup>2</sup>	0	y <sub>5</sub>
6	+1	- α	0	0	α <sup>2</sup>	0	y <sub>6</sub>
7	+1	0	+ α	0	0	α <sup>2</sup>	y <sub>7</sub>
8	+1	0	- α	0	0	α <sup>2</sup>	y <sub>8</sub>
9	+1	0	0	0	0	0	y <sub>9</sub>
10	+1	0	0	0	0	0	y <sub>10</sub>
11	+1	0	0	0	0	0	y <sub>11</sub>
12	+1	0	0	0	0	0	y <sub>12</sub>
13	+1	0	0	0	0	0	y <sub>13</sub>

Bước 3: Tính hệ số hồi qui bậc 2 tâm xoay

Bước 4: Đánh giá tính có nghĩa của các hệ số hồi qui theo bất đẳng thức và công thức:  $t_{\text{tính}} > t_{\text{bảng}} (P, f_0 = N_0 - 1)$  (ở đây  $t_{\text{tính}}$  là giá trị tính toán chuẩn student)

Đánh giá tính phù hợp của mô hình tìm được:

$$F_{\text{tính}} = \frac{S_{\text{ph}}^2}{S_0} < F_{\text{bang}} (P, f_{\text{ph}}, f_0)$$

Bước 5: Từ phương trình hồi qui xác định điểm cực trị của hàm số, đó chính là điểm tối ưu thực nghiệm.

### 3.2. Một số giả thiết và lựa chọn các yếu tố ảnh hưởng

Các yếu tố ảnh hưởng đến chiều sâu thâm nhập của hỗn hợp vữa asphalt vào khe rỗng của khối đá học lát mái gồm có:

Độ nhớt của vữa asphalt (đặc trưng cho thành phần vật liệu, chỉ tiêu cơ lý, nhiệt độ của hỗn hợp)

Độ rỗng của khối đá học lát mái (đại lượng đặc trưng độ rỗng là kích thước viên đá học sử dụng)

Độ nhám (ma sát) bề mặt viên đá học: Trong phạm vi đề tài nghiên cứu, chỉ nghiên cứu cho một loại đá học được sử dụng phổ biến trong

xây dựng mái dè biển khu vực các tỉnh phía bắc mà cụ thể ở đây là đá học có nguồn gốc là đá vôi khai thác ở Ninh Bình, do vậy yếu tố ảnh hưởng này được bỏ qua trong phạm vi nghiên cứu.

Lựa chọn khoảng biến thiên các yếu tố ảnh hưởng

Kích thước đá học (d): Loại đá học sử dụng phổ biến trong kết cấu bảo vệ mái dè biển ở Việt Nam có đường kính từ 10 - 30 cm.

Độ nhớt vữa asphalt ( $\eta$ ): Theo các tài liệu tham khảo của các nước trên thế giới đã ứng dụng dạng kết cấu bảo vệ mái dè biển bằng vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá học, độ nhớt của vữa asphalt có khoảng biến thiên từ 30 - 80 Pa.s

### 3.3. Phương pháp qui hoạch thực nghiệm

Trong nghiên cứu sử dụng mô hình qui hoạch thực nghiệm bậc 2 tâm xoay với yếu tố ảnh hưởng là độ nhớt của vữa asphalt và kích thước đá học đến chiều sâu thâm nhập.

Để xây dựng mô hình toán học biểu thị ảnh hưởng của độ nhớt vữa asphalt ( $\eta$ ), kích thước viên đá học (d) đến chiều sâu thâm nhập vữa asphalt (l)

Dựng hệ trục tọa độ Oxy với d,  $\eta$  là các biến thực X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> là các biến mã tương ứng, trong đó:

d: Biểu thị kích thước đá học (cm)

$\eta$ : Biểu thị độ nhớt vữa asphalt (Pa.s)

Sau khi mã hóa ta có

$X_1$ : Biến mã biểu thị kích thước viên đá học d

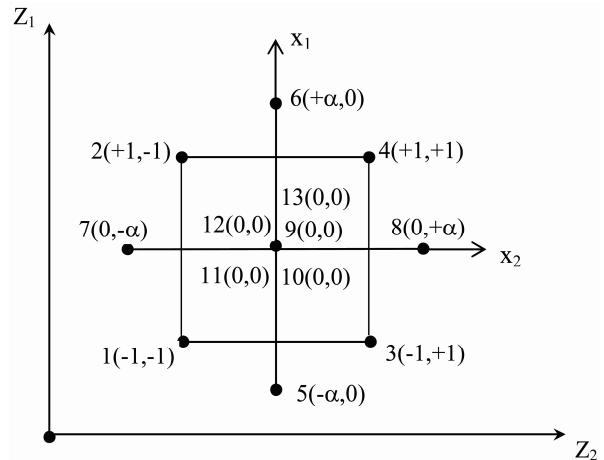
$X_2$ : Biến mã biểu thị độ nhớt vữa asphalt  $\eta$

Hàm mục tiêu nghiên cứu là chiều sâu thâm nhập vữa asphalt trong đá học

Mô hình qui hoạch được lựa chọn là mô hình thống kê phi tuyến bậc hai, hai mức tối ưu toàn phần có dạng như sau :  $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2$

Số thí nghiệm  $N = 2^n + 2n + N_0 = 2^2 + 2 \times 2 + 1 = 9$ . Để làm tăng tính chính xác của mô hình thu được, tiến hành thực nghiệm 5 lần tại tâm kế hoạch nên tổng số thí nghiệm  $N = 8 + 5 = 13$  thí nghiệm, bậc tự do của thí nghiệm lặp ở tâm  $f_0 = m - 1 = 5 - 1 = 4$ . Sơ đồ mã hóa được

mô tả trong hình 3.1.



Hình 3. 1. Sơ đồ kế hoạch thực nghiệm tâm xoay bậc 2

Ma trận thực nghiệm theo mô hình tâm xoay bậc hai với 5 thí nghiệm ở tâm được cho trong bảng 3.3.

**Bảng 3.3. Ma trận kế hoạch hóa thực nghiệm tâm xoay bậc hai**

N	$X_0$	Biến mã		Biến thực		$x_1x_2$	$x_1^2$	$x_2^2$
		$X_1$	$X_2$	$Z_1$	$Z_2$			
1	+1	+1	+1	10	30	+1	+1	+1
2	+1	+1	-1	30	30	-1	+1	+1
3	+1	-1	+1	10	80	-1	+1	+1
4	+1	-1	-1	30	80	+1	+1	+1
5	+1	-1.414	0	5	55	0	1	0
6	+1	+1.414	0	35	55	0	1	0
7	+1	0	-1.414	20	20	0	0	1
8	+1	0	+1.414	20	90	0	0	1
9	+1	0	0	20	55	0	0	0
10	+1	0	0	20	55	0	0	0
11	+1	0	0	20	55	0	0	0
12	+1	0	0	20	55	0	0	0
13	+1	0	0	20	55	0	0	0

**3.4. Trang thiết bị, dụng cụ và trình tự thí nghiệm xác định chiều sâu thâm nhập**

Một số thí nghiệm chính:

Xác định độ nhớt của vật liệu hỗn hợp asphalt, nhiệt độ thí nghiệm lựa chọn phụ thuộc vào điều kiện thi công. Thường từ 130-170°C.

Xác định chiều sâu thâm nhập tối đa của vật liệu hỗn hợp asphalt trong khuôn mẫu xếp đá học.

**3.4.1. Yêu cầu chuẩn bị mẫu.**

Tất cả các vật liệu đầu vào dùng để chế tạo vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá học phải

phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của các quy chuẩn hiện hành.

Kích thước mẫu thí nghiệm: Sử dụng mẫu hình vuông kích thước 600 mm x 600 mm, chiều cao 700mm. Khi đúc mẫu phải tuân thủ trình tự gia nhiệt, trộn hỗn hợp, lát đá học (xếp đá học trong mẫu đúc).

Số lượng mẫu cần thiết: ứng với mỗi kịch bản thí nghiệm với các cặp giá trị kích thước đá học và độ nhớt tương ứng cần đúc ít nhất 3 mẫu tổng cộng  $13 \times 3 = 39$  mẫu ; kết quả chiều sâu thâm nhập là giá trị trung bình của 3 mẫu thí nghiệm.

Nhiệt độ trộn mẫu là các nhiệt độ mà tại đó độ nhớt của nhựa lần lượt là  $170 \pm 20$  và  $280 \pm 30$  centistokes kinemati. Có thể xác định các nhiệt độ này trên biểu đồ biểu diễn quan hệ giữa độ nhớt và nhiệt độ của loại nhựa đang sử dụng. Thông thường đối với nhựa 60/70 thì nhiệt độ trộn từ  $155^\circ\text{C}$  đến  $160^\circ\text{C}$  và nhiệt độ rót hỗn hợp vữa asphalt vào đá học từ  $145^\circ\text{C}$  đến  $150^\circ\text{C}$ .

### 3.4.2. Yêu cầu về thiết bị

Một số khay kim loại có đáy phẳng dùng để sấy nóng mẫu cốt liệu.

Máy trộn dùng để trộn nhựa với cốt liệu (loại máy trộn có thùng gia nhiệt)

Tủ sấy và bếp (tốt nhất là bếp điện có nút điều chỉnh tốc độ gia nhiệt) dùng để đun nóng cốt liệu, nhựa và các dụng cụ khác.

Dụng cụ xúc mẫu bằng kim loại dùng để chuẩn bị mẫu cốt liệu.

Dụng cụ chứa nhựa, có thể là ống đong, thùng phuy dùng để đun nóng nhựa.

Nhiệt kế có thể là loại bọc kim loại, nhiệt kế thủy tinh hay đồng hồ có bộ cảm ứng nhiệt bằng kim loại, có thang đo từ  $10^\circ\text{C}$  đến  $235^\circ\text{C}$  dùng để đo nhiệt độ của nhựa, cốt liệu và hỗn hợp asphalt chèn trong đá học.

Cân: Các loại cân để cân nhựa, cốt liệu.

Thiết bị đo độ nhớt và đồng hồ bấm giây để đo độ nhớt.

Găng tay chịu nhiệt, găng tay cao su;



Hình 3.1. Một số trang thiết bị dụng cụ thí nghiệm

### 3.4.3. Thí nghiệm xác định chiều sâu thâm nhập

Mỗi mẫu vật liệu sẽ được thí nghiệm hoặc phân tích theo trình tự sau:

Chuẩn bị khuôn đúc mẫu thí nghiệm dạng hình hộp kích thước 600x600x700mm

Chuẩn bị vật liệu, máy móc thiết bị phục vụ thí nghiệm.

Xếp đá hộc vào khuôn (tương tự như công việc đá lát khan mái dè).

Trộn vật liệu hỗn hợp asphalt, kiểm tra nhiệt độ, độ nhớt hỗn hợp trước khi rót hỗn hợp vào khuôn mẫu

Vật liệu hỗn hợp asphalt sau khi được trộn theo tỷ lệ và đo độ nhớt, tiến hành rót vào khuôn đã được xếp đầy đá hộc.

Có thể tiến hành xác định chiều sâu thâm nhập của mẫu ngay sau khi mẫu được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng. Bằng thước đo và mắt thường sau khi khuôn mẫu được tháo dỡ. (Để

chính xác có thể phá vỡ mẫu đúc để quan sát và đo được chiều sâu thâm nhập ở các vị trí giữa mẫu đúc).

#### 4. TÍNH TOÁN XỬ LÝ KẾT QUẢ THEO MÔ HÌNH

Dựa trên 13 kịch bản thí nghiệm với đường kính viên đá hộc và độ nhớt vữa asphalt tương ứng ta tiến hành thí nghiệm xác định được chiều sâu thâm nhập của vữa asphalt tương ứng.

##### 4.1. Một số hình ảnh trong quá trình thí nghiệm



##### 4.1. Kết quả thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm chiều sâu thâm nhập của vữa asphalt được trình bày trong bảng 4.1



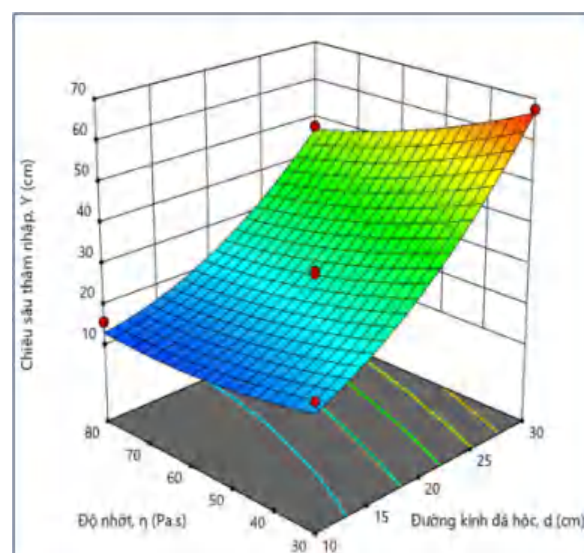
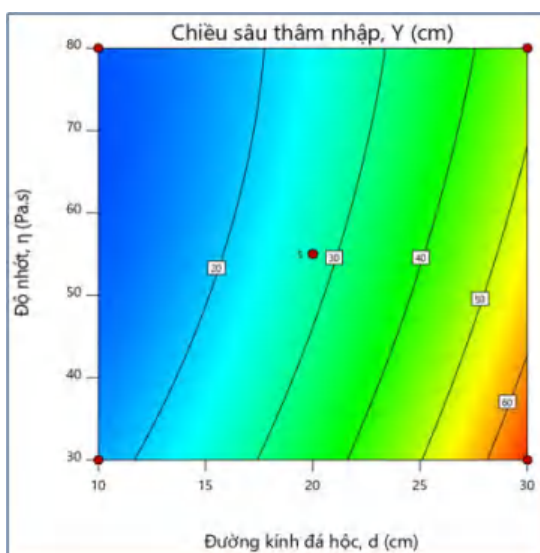
**Bảng 4.1. Kết quả thí nghiệm chiều sâu thâm nhập của vữa asphalt**

N	X <sub>0</sub>	Biến mã		Biến thực		Chiều sâu thâm nhập của vữa asphalt (cm)
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	L
1	+1	+1	+1	10	30	20.6
2	+1	+1	-1	30	30	67.5
3	+1	-1	+1	10	80	15.7
4	+1	-1	-1	30	80	47.7
5	+1	-1	0	5	55	7.8
6	+1	+1	0	35	55	69.2
7	+1	0	-1	20	20	38.9
8	+1	0	+1	20	90	21.3
9	+1	0	0	20	55	26.8
10	+1	0	0	20	55	28.5
11	+1	0	0	20	55	26.3
12	+1	0	0	20	55	27.7
13	+1	0	0	20	55	28.4

Sử dụng phần mềm Design Expert 11 để giải bài toán quy hoạch thực nghiệm, sau khi loại bỏ các hệ số không có ý nghĩa về mặt thống kê và kiểm tra tính tương hợp của mô hình thực nghiệm thu được phương trình hồi quy chiều sâu thâm nhập vữa asphalt vào khe rỗng đá hộc và các biến X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> như sau:

$$Y = 19,37 + 0,342 X_1 - 0,333 X_2 - 0,015 X_1 X_2 + 0,064 X_1^2 + 0,003 X_2^2 \quad (4.1)$$

Bề mặt biểu diễn ảnh hưởng của độ nhớt vữa asphalt và đường kính đá hộc đến chiều sâu thâm nhập như hình 4.1



Hình 4.1. Biểu đồ quan hệ giữa chiều sâu thâm nhập với độ nhớt và đường kính đá hộc

Từ kết quả của công thức quan hệ giữa chiều sâu thâm nhập vữa asphalt với đường kính đá học và độ nhớt vữa asphalt (công thức 4.1). Để thuận tiện cho việc sử dụng tính toán sau này, tiến hành lập bảng tra chiều

sâu thâm nhập vữa asphalt vào khe rỗng viên đá học lát mái đê biển tương ứng với từng loại đường kính viên đá học sử dụng và độ nhớt vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá học như bảng 4.2

**Bảng 4.2. Bảng tra chiều sâu thâm nhập vữa asphalt vào khe rỗng viên đá học**

Độ nhớt $\eta$ (Pa.s)	Chiều sâu thâm nhập l (cm)				
	d=10 cm	d=15 cm	d=20 cm	d=25 cm	d=30 cm
30	17.4	24.9	35.5	49.4	66.4
35	16.0	23.0	33.3	46.8	63.5
40	14.7	21.4	31.3	44.4	60.7
45	13.5	19.9	29.4	42.1	58.1
50	12.5	18.5	27.7	40.0	55.6
55	11.7	17.3	26.1	38.1	53.2
60	11.0	16.2	24.6	36.2	51.1
65	10.5	15.3	23.3	34.6	49.0
70	10.1	14.5	22.2	33.1	47.1
75	9.8	13.9	21.2	31.7	45.4
80	9.8	13.5	20.4	30.5	43.8

\* Ghi chú: d - đường kính đá học

## 5. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm như đã trình bày ở trên tìm ra được phương trình tương quan giữa chiều sâu thâm nhập của vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá học với đường kính viên đá học và độ nhớt của vữa asphalt

$$l = 19,37 + 0,342 d - 0,333 \eta - 0,015 d \eta + 0,064 d^2 + 0,003 \eta^2 \quad (5-1)$$

Trong đó: l - chiều sâu thâm nhập (cm)

d- kích thước viên đá học (cm)

$\eta$ - độ nhớt vữa asphalt (Pa.s)

Phần mềm quy hoạch thực nghiệm Design Expert 11 ngoài việc xác định được phương trình tương quan của các biến còn biểu thị các giá trị tương quan trên dạng đồ thị theo hai dạng.

Dạng 1: Bề mặt biểu hiện hàm mục tiêu l chiều sâu thâm nhập theo biến mã ( $X_1$  kích thước viên đá học,  $X_2$  độ nhớt của vữa asphalt) theo dạng không gian 3 chiều.

Dạng 2: Đường đồng mức bề mặt biểu hiện hàm mục tiêu l chiều sâu thâm nhập theo biến mã ( $X_1$  kích thước viên đá học,  $X_2$  độ nhớt của vữa asphalt) theo dạng mặt phẳng (2 chiều).

Qua các dạng biểu thị tương quan giữa chiều sâu thâm nhập của vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá hộc với đường kính viên đá hộc và độ nhớt của vữa asphalt, đã thể hiện đầy đủ chi tiết dạng tương quan giúp cho người đọc dễ dàng phân tích được quy luật tương quan để sử dụng hiệu quả và chính xác nhất.

## 6. KẾT LUẬN

Trên cơ sở phân tích các yếu tố ảnh hưởng giữa chiều sâu thâm nhập vữa asphalt với kích thước viên đá hộc và độ nhớt vữa asphalt, tác giả sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm thiết lập công thức quan hệ. Đã xác định được các yếu tố ảnh hưởng, khoảng biến thiên của các yếu tố ảnh hưởng (theo kinh nghiệm trong và ngoài nước), các kịch bản thí nghiệm và tiến hành thí nghiệm theo các kịch bản, sử dụng phần mềm Design Expert 11 tìm ra được công thức tính toán chiều sâu thâm nhập vữa asphalt trong khe rỗng đá hộc mái đê, công thức 5-1.

Công thức 5-1 còn thể hiện quan hệ giữa chiều sâu thâm nhập vữa asphalt với kính

thước đá hộc và độ nhớt. Thông qua đó có thể xác định được độ nhớt yêu cầu của vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá hộc tương ứng với kính thước viên đá hộc sử dụng lát mái và chiều dày lớp kết cấu lát mái (chiều sâu thâm nhập vữa asphalt). Độ nhớt xác định được là cơ sở cho việc thiết kế cấp phối của vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá hộc.

Mối quan hệ giữa chiều sâu thâm nhập vữa asphalt với kích thước đá hộc và độ nhớt còn được thể hiện qua hệ thống biểu đồ hình 4.1.

Để thuận tiện cho việc tính toán sử dụng số liệu cho người sử dụng sau này, tác giả cũng đã lập bảng tra 4.2 về chiều sâu thâm nhập vữa asphalt vào khe rỗng đá hộc tương ứng với các cặp giá trị kính thước đá hộc sử dụng lát mái và độ nhớt vữa asphalt. Qua đó có thể xác định được một trong ba giá trị khi biết hai giá trị còn lại một cách đơn giản và chính xác, thuận lợi trong việc ứng dụng loại kết cấu bảo vệ mái đê biển bằng vật liệu hỗn hợp asphalt chèn trong đá hộc ở Việt Nam.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Thanh Bằng và nnk (2016), *Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp nhà nước: Nghiên cứu ứng dụng vật liệu hỗn hợp để gia cố đê biển chịu được nước tràn qua do sóng, triều cường, bão và nước biển dâng*, Viện KHTL Việt Nam, Hà Nội.
- [2] Nguyễn Cảnh (2000), *Quy hoạch thực nghiệm*, NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [3] Vũ Đức Chính và nnk (2009), *Sổ tay thiết kế hỗn hợp bê tông nhựa theo phương pháp Marshall*, Hà Nội.
- [4] Phạm Duy Hữu và nnk (2008), *Bê tông asphalt*, Nhà xuất bản GTVT, Hà nội.
- [5] Shell Bitumen UK (1990), *Cẩm nang bitum shell trong xây dựng công trình giao thông*, Nhà xuất bản GTVT, Hà Nội.
- [6] Trường Đại học Thủy lợi (2006), *Giáo trình Vật liệu Xây dựng*, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội.

**Tiếng Anh:**

- [7] H.P. Pfiffner Walo Bertschinger Ltd (2003), *Asphalt Hydraulic Engineering*, WALO UK Limited.
- [8] Mark Klein Breteler, Hans Johanson, Theo Stoutjesdijk, Robert't Hart (2002), Stability of placed basalt revetments with asphalt grouting, 28th International Conference on Coastal Engineering, Cardiff, UK.
- [9] M.P. Davidse (2009), Background and Literature review Wave impact on asphaltic concrete revetments, Master Thesis Literature Review , Delft University of Technology.
- [10] Prof.Ir. P.A.van de Velde (1984), *The use of asphalt in hydraulic engineering*, Rijkswaterstaat Communication, The Hague Netherlands.
- [11] SHRP A-003A-89-3 (1990), Summary report on fatigue response of asphalt mixtures, Institute of Transportation Studies, University of California Berkeley, California.
- [12] Technical Guideline (2007), The use of Modied Bituminous Binders in Road Construction, Asphalt Academy.