

Nghiên cứu thực nghiệm xác định tương quan giữa độ rỗng dư và hệ số thấm nước, độ nhám, sức kháng trượt của mặt đường bê tông nhựa rỗng thoát nước

■ **ThS. NGUYỄN VĂN THÀNH; PGS. TS. VŨ ĐỨC CHÍNH; PGS. TS. NGUYỄN XUÂN KHANG**

Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông vận tải

TÓM TẮT: Bài báo trình bày tóm tắt một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm trong phòng và hiện trường về hệ số thấm nước, độ nhám, sức kháng trượt của bê tông nhựa rỗng thoát nước (BTNR). Dựa trên các kết quả thực nghiệm, xác định tương quan thực nghiệm giữa độ rỗng dư và hệ số thấm nước, độ nhám, sức kháng trượt của BTNR.

TỪ KHÓA: Bê tông nhựa rỗng thoát nước, hệ số thấm nước, độ nhám, sức kháng trượt

ABSTRACT: The paper summarizes some results of in-lab and in-site experimental study of absorbent coefficient, macro texture, skid resistant of Porous Asphalt. Based on these results, define the experimental relations between air voids and absorbent coefficient, macro texture, skid resistant of Porous Asphalt.

KEYWORDS: Porous Asphalt, absorbent coefficient, macro texture, skid resistant

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

BTNR có hệ số thấm nước, độ nhám, sức kháng trượt cao sẽ làm cho mặt đường BTNR thoát nước nhanh, đảm bảo an toàn cho xe chạy ở tốc độ cao, đặc biệt khi trời mưa. Để xác định tương quan giữa độ rỗng dư và hệ số thấm nước, độ nhám, sức kháng trượt của mặt đường BTNR, nghiên cứu thực nghiệm trong phòng được thực hiện trên 6 hỗn hợp BTNR có cỡ hạt danh định lớn nhất 12,5mm tương ứng với 2 loại nhựa (nhựa đường TPS, nhựa đường polymer PMB.III) và 3 cấp phối cốt liệu khác nhau. Đồng thời, để đánh giá sự thay đổi của hệ số thấm nước, độ nhám, sức kháng trượt mặt đường BTNR trong quá trình khai thác, nghiên cứu thực nghiệm hiện trường được thực hiện trên đoạn đường thí điểm (đã được Viện Khoa học và Công nghệ GTVT phối hợp với Công ty Taiyu (Nhật Bản), dưới sự chủ trì của ThS. Nguyễn Văn Thành, thí công tháng 6/2014 trên cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ, đoạn từ Km216+200 - Km216+500).

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

2.1. Nghiên cứu thực nghiệm trong phòng

Nghiên cứu thực nghiệm trong phòng nhằm xác

định tương quan giữa độ rỗng dư và hệ số thấm nước, độ nhám, sức kháng trượt của mặt đường BTNR. Nội dung thực hiện bao gồm:

2.1.1. Thiết kế các hỗn hợp BTNR

Thiết kế 6 hỗn hợp BTNR1,2,5 (ký hiệu các loại BTNR - Bảng 2.1) tương ứng với:

- 3 cấp phối: CP1 - cấp phối mịn (BTNR1), bám sát cận trên của đường bao giới hạn; CP2 - cấp phối trung bình (BTNR2), khoảng giữa của đường bao giới hạn (cấp phối được sử dụng để thi công đoạn thí điểm); CP3 - cấp phối thô (BTNR3), bám sát cận dưới của đường bao giới hạn.

- 02 loại nhựa: (1) Nhựa đường 60/70 có sử dụng phụ gia Tapack-Super của Nhật Bản (gọi là nhựa đường TSP, theo Quyết định 431/QĐ-BGTVT [1] của Bộ GTVT) và nhựa đường polymer PMB.III (theo Tiêu chuẩn 22TCN319:2004 [2]) của Công ty Petrolimex.

Bảng 2.1. Ký hiệu các hỗn hợp BTNR

Thông số	Ký hiệu các loại hỗn hợp BTNR		
Loại cấp phối	CP1 (mịn)	CP2 (trung bình)	CP3 (thô)
Nhựa TPS	BTNR1.TPS	BTNR2.TPS	BTNR3.TPS
Nhựa Petrolimex II	BTNR1.III	BTNR2.III	BTNR3.III

2.1.2. Thử nghiệm xác định hệ số thấm nước, độ nhám, sức kháng trượt

2.1.2.1. Thử nghiệm xác định hệ số thấm nước

Thử nghiệm xác định hệ số thấm nước trong phòng được thực hiện theo tiêu chuẩn của Nhật Bản (theo Quyết định 431/QĐ-BGTVT [1]) trên các mẫu hình trụ tròn kích thước $D = 101,6\text{mm}$, $H = 63,5\text{mm}$, chế bị theo phương pháp Marshall với độ rỗng dư bằng độ rỗng dư mẫu thiết kế (Hình 2.1):



Hình 2.1: Thử nghiệm xác định hệ số thấm nước trong phòng

2.1.2.2. Thử nghiệm xác định độ nhám, sức kháng trượt

Độ nhám được đánh giá bằng chiều sâu rãnh cắt xác

định theo TCVN8866:2011 [4], sức kháng trượt được xác định bằng phương pháp sử dụng con lắc Anh theo ASTM E303 [6]. Các thử nghiệm được thực hiện trên các mẫu dạng tấm được chế bị bằng phương pháp đầm lần theo Quyết định số 1716/QĐ-BGTVT [3] của Bộ GTVT với độ rỗng dư bằng độ rỗng dư mẫu thiết kế (Hình 2.2):



Hình 2.2: Thử nghiệm rắc cát và con lắc Anh trong phòng trên mẫu chế bị

2.2. Nghiên cứu thực nghiệm tại hiện trường

Thử nghiệm xác định hệ số thấm, độ nhám, sức kháng trượt tại hiện trường được thực hiện trên đoạn thí điểm trên đường cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ, đoạn từ Km216+200 - Km216+500, nửa đường bên phải tuyến (hướng Cầu Giẽ đi Ninh Bình), bao gồm 02 làn xe cơ giới (làn xe con - L1 và làn xe tải - L2) và làn dừng xe khẩn cấp - L3. Đoạn thí điểm dài 300m, được chia thành 02 phân đoạn: Phân đoạn 1: Từ Km216+200 - Km216+400, dài 200m, chiều rộng 11,2m, lớp BTN2 sử dụng nhựa TPS (BTN2.TPS) dày 5,0cm. Phân đoạn 2: Từ Km216+400 - Km216+500, dài 100m, chiều rộng 11,2m, lớp BTN2 sử dụng nhựa PMB.III (BTN2.III) dày 5,0cm.

Đoạn đường thí điểm được thi công vào tháng 6/2014 theo đúng quy trình công nghệ, đã được đánh giá đảm bảo chất lượng theo yêu cầu; phân đoạn 1 (BTN2.TPS) có độ rỗng dư trung bình đạt 21,5%; phân đoạn 2 (BTN2.III) có độ rỗng dư trung bình đạt 21,8% [5].

Thử nghiệm xác định hệ số thấm nước hiện trường được thực hiện theo tiêu chuẩn của Nhật Bản (theo Quy định 431/QĐ-BGTVT [1]); độ nhám được đánh giá bằng chiều sâu rắc cát xác định theo TCVN8866:2011 [4]; sức kháng trượt được xác định bằng phương pháp sử dụng con lắc Anh theo ASTM E303 [6]. Các thử nghiệm được thực hiện tại các thời điểm sau khi thi công: 3 ngày, 01 tháng, 3 tháng, 6 tháng, 9 tháng, 12 tháng, 18 tháng và 24 tháng. Vị trí các điểm đo của các lần đo trùng nhau (được đánh dấu trước), nằm trên vết bánh xe chạy của các làn đường (Hình 2.3):



Hình 2.3: Thử nghiệm hệ số thấm nước, rắc cát, con lắc Anh tại hiện trường

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

3.1. Kết quả nghiên cứu thử nghiệm trong phòng

3.1.1. Kết quả thiết kế các hỗn hợp BTN

3.1.1.1. Kết quả thử nghiệm các loại vật liệu sử dụng

- Cốt liệu thô (đã đầm) sử dụng cơ nguồn gốc bazan,

lấy tại mỏ Phú Mãn - Quốc Oai - Hà Nội. Kết quả thử nghiệm xem Bảng 3.1.

- Cốt liệu mịn: Bao gồm cát xay có nguồn gốc bazan, lấy tại mỏ Phú Mãn - Quốc Oai - Hà Nội và cát tự nhiên hạt thô Việt Trì. Kết quả thử nghiệm xem Bảng 3.1.

- Bột khoáng được sản xuất từ đá vôi Phú Lý - Hà Nam. Kết quả thử nghiệm xem Bảng 3.2.

- Kết quả thử nghiệm nhựa đường TPS, PMB.III (Bảng 4).

Bảng 3.1. Kết quả thử nghiệm cốt liệu thô, mịn

TT	Chỉ tiêu thử nghiệm	Đơn vị	Đã 10-20	Đã 5-15	Cát xay	Cát vàng
1	Giới hạn bền nén của đá gốc	MPa		136,6		
2	Tỷ trọng khô		2,994	2,983	1,015	2,652
3	Độ hao mòn Los Angeles	%	11,44	13,66		
4	Hàm lượng hạt có đường kính > 0,075	%	100	100		
5	Độ nén đập và hệ số hao mòn		2,08	4,45		
6	Hàm lượng hạt mịn yêu cầu phân hoạch	%	0	0		
7	Hàm lượng hạt thô đạt	%	9,12	12,49		
8	Hàm lượng hạt trung bình	%	2,08	2,85	1,06	0,35
9	Độ bền xum phát	%	1,82	1,66		
10	Độ dính bám của nhựa với đá (phương pháp đun sôi)	Cấp				
11	Độ dính bám của nhựa với đá (phương pháp ngâm mẫu nóng hòa tan BTRU)	%			80,6	97,1
12	Hệ số đường lượng cát (ES)	%				51,4
13	Độ góc cạnh đo bằng của cát ở trạng thái không đầm					40,6

Bảng 3.2. Kết quả thử nghiệm bột khoáng

STT	Chỉ tiêu thử nghiệm	Đơn vị	Kết quả thử nghiệm	VCKT
1	Thành phần hạt			
	Có sàng 0,6		100	100
	0,15		97,75	90-100
	0,075		83,76	70-100
2	Độ ẩm	%	0,12	≤ 1,0
3	Khối lượng riêng	kg/m³	2,742	
4	Chỉ số dẻo	%	Không dẻo	≤ 4,0

Bảng 3.3. Kết quả thử nghiệm nhựa đường TPS và nhựa đường polymer PMB.III

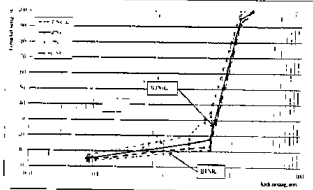
Chỉ tiêu thử nghiệm		Đơn vị	Nhựa đường TPS		Nhựa đường PMB.III	
			KGFM	YCKT	KGFM	YCKT
1	Nhiệt độ nóng chảy	°C	85,5	80	80,5	80
2	Độ nhớt ở 135 °C	0,1Pa.s	48	46,70	50	40,70
3	Độ nhớt ở 175 °C	Pa.s	77,6	65,0	66,5	
4	Nhiệt độ kết tinh	°C	276	260	262	≤ 230
5	Hàm lượng chất rắn ở nhiệt độ nóng chảy > 160 °C trong 3 giờ	%	99,99	99,8	99,99	99,8
6	Hàm lượng chất rắn ở nhiệt độ nóng chảy > 160 °C trong 3 giờ (không có chất lỏng)	%	97,76	86	98,00	86,5
7	Hàm lượng chất rắn ở nhiệt độ nóng chảy > 160 °C trong 3 giờ (không có chất lỏng)	%	99,32	99	99,20	99
8	Hàm lượng chất rắn ở 25 °C	g/cm³	1,92	1,100	1,027	1,105
9	Độ nhớt ở 135 °C	Cấp	4	4	4	≤ 4,0
10	Độ nhớt ở 175 °C	Pa.s	69	47,0	62	4,10
11	Độ nhớt ở 175 °C	Pa.s	1,9	2,10	1,8	≤ 3
12	Độ nhớt ở 175 °C ở 20 °C	Pa.s	1,615	1,10	1,487	≤ 1
13	Độ nhớt ở 175 °C ở 25 °C	Pa.s	25	4,20	16	

3.1.1.2. Kết quả thiết kế hỗn hợp BTN

- Thành phần cấp phối được trình bày tại Bảng 3.4 và Hình 3.5 Các chỉ tiêu của các hỗn hợp BTN thiết kế được trình bày tại Bảng 3.5;

Bảng 3.4. Cấp phối các hỗn hợp BTNR

Cỡ sàng vuông, mm	Thành phần cấp phối thiết kế, % lọt sàng			
	BTNR1 TPS, BTNR1 III	BTNR2 TPS, BTNR2 III	BTNR3.TPS, BTNR3 III	YCKT
19,0	100	100	100	100
12,5	98	95	92	90-100
4,75	33	18	13	11-35
2,36	18	15	12	10-20
0,075	6	5	4	3-7



Hình 3.1: Đường cong cấp phối thiết kế của các hỗn hợp BTNR

Bảng 3.5. Các chỉ tiêu của các hỗn hợp BTNR thiết kế

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Loại hỗn hợp BTNR					
		BTNR1.TPS	BTNR1.III	BTNR2.TPS	BTNR2.III	BTNR3.TPS	BTNR3.III
1	Hàm lượng nhựa % khi lượng cốt liệu	5,2	5,2	5,0	5,0	4,8	4,8
2	Độ ổn định Marshall ở 60°C, MN	8	6,1	4,8	5,3	6,6	9,9
3	Độ ổn định Marshall ở 60°C, 8 lần	253	3,25	233	239	2,81	217
4	Độ ổn định Marshall cuối lần, %	90,5	92,2	86,8	88,8	80,4	83,5
5	Độ bám dính (%)	177	17,8	20,6	20,9	23,3	28,4
6	Độ bám dính thông %	152	14,6	19,0	18,4	21,9	20,8
7	Độ chảy nhựa %	1,6	0,12	0,7	0,85	0,10	0,38
8	Độ hao mòn Cantabro, %	37	3,6	4,3	4,0	5,2	5,5
9	Hệ số thấm nước trong phòng thí nghiệm	0,029	0,039	0,268	0,279	0,239	0,343
10	Cường độ chịu kéo qua tiếp xúc 25°C, MPa	0,90	1,02	0,58	0,68	0,47	0,70
11	Hệ số cường độ chịu kéo qua tiếp xúc	55,0	90,6	51,0	64,3	96,1	89,4

Ghi chú: Các chỉ tiêu từ 2 đến 11 là giá trị trung bình của các tổ mẫu gồm 6 mẫu, lấy từ ba lô thí nghiệm và ba lô thực địa.

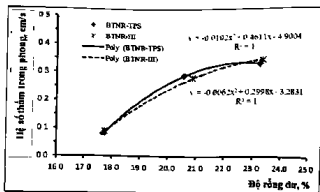
3.1.2 Kết quả thử nghiệm xác định hệ số thấm nước, độ nhám, sức kháng trượt

Kết quả thử nghiệm số thấm nước, độ nhám và sức kháng trượt trong phòng được trình bày tại Bảng 3.6, Hình 3.2, Hình 3.3, Hình 3.4.

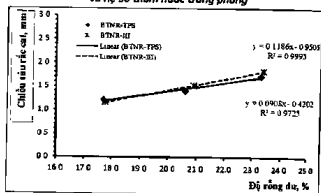
Bảng 3.6 Tổng hợp các kết quả thử nghiệm trong phòng

Chỉ tiêu thí nghiệm	Loại hỗn hợp BTNR					
	BTNR1.TPS	BTNR2.TPS	BTNR3.TPS	BTNR1.III	BTNR2.III	BTNR3.III
Độ thấm nước của mẫu	17,7	17,8	20,6	20,9	23,3	23,4
1. Hệ số thấm nước % trong phòng thí nghiệm	0,029	0,039	0,268	0,279	0,239	0,343
Độ nhám và độ bám dính						
Chuẩn chỉnh độ nhám	1,21	1,40	1,72	1,16	1,52	1,85
Sức kháng trượt và độ bám dính						
Chỉ số kháng trượt	70			70	76	79

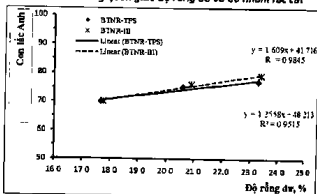
Ghi chú: Các chỉ tiêu từ 1 đến 3 là giá trị trung bình của các tổ mẫu gồm 6 mẫu, lấy từ ba lô thí nghiệm và ba lô thực địa.



Hình 3.2: Tương quan giữa độ rỗng dư và hệ số thấm nước trong phòng



Hình 3.3: Tương quan giữa độ rỗng dư và độ nhám bề mặt



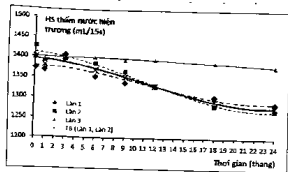
Hình 3.4: Tương quan giữa độ rỗng dư và sức kháng trượt

3.2. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm tại hiện trường

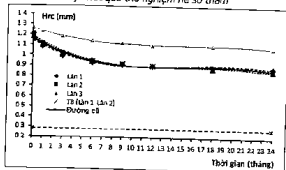
Kết quả theo dõi, đánh giá tại các thời điểm khác nhau trong khoảng thời gian 24 tháng khai thác cho thấy. Đoàn đường thử nghiệm BTNR TPS và BTNR.III bằng phẳng, nhám đều; không có hiện tượng hằn lún, bong bật, xô dón vật liệu; vào ngày mưa thoát nước tốt (Hình 3.5). Kết quả thử nghiệm xác định số thấm nước, độ nhám và sức kháng trượt tại hiện trường trên đoàn thí điểm ở các thời điểm khác nhau xem Hình 3.6, Hình 3.7.



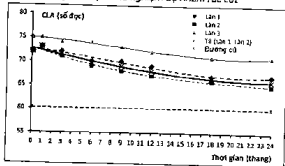
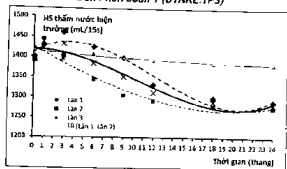
Hình 3.5: Đoạn đường thí điểm (sau khi thi công 9 tháng)



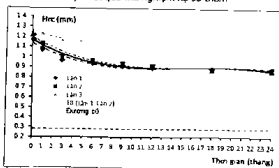
a) - Kết quả thử nghiệm hệ số thấm



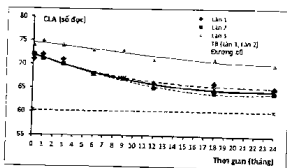
b) - Kết quả thử nghiệm độ nhám bề mặt

c) - Kết quả thử nghiệm sức kháng trượt bằng con lắc Anh
Hình 3.6: Kết quả thử nghiệm hiện trường trên Phân đoạn 1 (BTN2.TPS)

a) - Kết quả thử nghiệm hệ số thấm



b) - Kết quả thử nghiệm độ nhám bề mặt



c) - Kết quả thử nghiệm sức kháng trượt bằng con lắc Anh

Hình 3.7: Kết quả thử nghiệm hiện trường trên Phân đoạn 2 (BTN2.III)

4. KẾT LUẬN

* Trên cơ sở các kết quả thử nghiệm trong phòng (Bảng 3.6, Hình 3.2, 3.3, 3.4), có một số kết luận như sau:

- Loại nhựa sử dụng (TPS, PMB III) gần như không có ảnh hưởng đáng kể đến hệ số thấm nước, độ nhám và sức kháng trượt.

- Với cùng loại nhựa sử dụng, khi độ rỗng dư tăng thì hệ số thấm nước trong phòng, độ nhám và sức kháng trượt tăng theo các phương trình tương quan thực nghiệm trên các Hình 3.2, 3.3, 3.4.

* Trên cơ sở các kết quả theo dõi, thử nghiệm tại hiện trường trên đoạn thí điểm (Hình 3.5, 3.6, 3.7), có một số kết luận như sau:

- Mặt đường BTN2.TPS và BTN2.III có chất lượng khai thác tốt sau 24 tháng tính từ khi thi công.

- Hệ số thấm hiện trường, độ nhám và sức kháng trượt trên các lần có suy giảm nhưng không đáng kể trong thời gian theo dõi, đánh giá (24 tháng), sự suy giảm trên lần 2 (lần xe tải) có xu hướng nhiều hơn so với lần 1 (lần xe con). lần 3 (đùng xe khẩn cấp) có suy giảm không đáng kể.

Tài liệu tham khảo

[1] Bộ GTVT (2016), Quy định kỹ thuật tạm thời về thiết kế, thi công và nghiệm thu lớp mặt đường BTN2 thoát nước có sử dụng phụ gia Tackpack-Super, ban hành kèm theo Quyết định số 431/QĐ-BGTVT, ngày 4/02/2016.

[2] Bộ GTVT (2004), Tiêu chuẩn 22TCN319-04, Tiêu chuẩn vật liệu nhựa đường polymer - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử

[3] Bộ GTVT (2014), Quy định kỹ thuật về phương pháp thử độ sâu hàn lún vết bánh xe của bề tông nhựa xác định bằng thiết bị Wheel tracking, ban hành kèm theo Quyết định số 1617/QĐ-BGTVT, ngày 29/4/2014

[4] TCVN8866:2011, Mặt đường ô tô - Xác định độ nhám mặt đường bằng phương pháp rắc cát - Thử nghiệm.

[5] Viện KHCHN GTVT (2015), Báo cáo tổng kết Dự án thí điểm BTN2 thoát nước sử dụng nhựa đường thông thường có thêm phụ gia Tackpack-Super (TPS).

[6] ASTM E303, Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester.

Ngày nhận bài: 02/7/2016

Ngày chấp nhận đăng: 19/7/2016

Người phản biện: TS. Trần Ngọc Huy
TS. Lê Hồng Lượng