

Nghiên cứu ứng dụng thí nghiệm xuyên đánh giá khả năng kháng lún vết bánh xe của bê tông nhựa ở Việt Nam

■ TS. TRẦN DANH HỢI

Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: tdhoi@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Tiêu chuẩn JTG D50-2017 của Trung Quốc đưa ra quy định về khả năng kháng xuyên của bê tông nhựa (BTN) trong công tác thiết kế mặt đường BTN sử dụng thí nghiệm xuyên dọc trực. Tuy nhiên đến nay, phương pháp đánh giá này cho BTN chưa được sử dụng ở Việt Nam. Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu thực nghiệm trong phòng đánh giá khả năng thực hiện thí nghiệm xuyên dọc trực sử dụng máy nén Marshall cho các mẫu BTN khác nhau (BTNC 16 60/70, BTNP 16, BTNC 16 5%SBS và BTNC 16 1%RCA). Ngoài ra, nghiên cứu cũng tiến hành các thí nghiệm xác định khả năng kháng hằn lún vết bánh xe thông qua chỉ tiêu độ ổn định động đối với các hỗn hợp BTN trên. Kết quả xây dựng tương quan giữa cường độ kháng xuyên dọc trực và độ ổn định động bước đầu cho thấy khả năng ứng dụng thí nghiệm xuyên dọc trực để đánh giá khả năng kháng hằn lún vết bánh xe của BTN ở Việt Nam.

TỪ KHÓA: Thí nghiệm xuyên, thí nghiệm hằn lún vết bánh xe, khả năng kháng xuyên của bê tông nhựa, khả năng kháng lún vết bánh xe của bê tông nhựa.

ABSTRACT: JTG D50- 2017 of China specifies the requirement on the penetration resistance of asphalt concrete in the design of asphalt concrete pavements using uniaxial penetration test. However, this method has not yet been utilized in Vietnam so far. This article presents the results of experimental research in the laboratory evaluating the possibility of performing Uniaxial penetration test using Marshall test machine for different asphalt concrete samples (BTNC 16 60/70, BTNP 16, BTNC 16 5%SBS and BTNC 16 1%RCA). In addition, the study also conducted to determine rutting resistance through dynamic stability criteria for the above asphalt mixtures. The result of establishing the correlation between uniaxial penetration resistance strength and dynamic

stability initially shows the possibility of applying the uniaxial penetration test to evaluate the rutting resistance of asphalt concrete in Vietnam.

KEYWORDS: Uniaxial penetration test, Wheel tracking test, penetration resistance of asphalt concrete, rutting resistance of asphalt concrete.

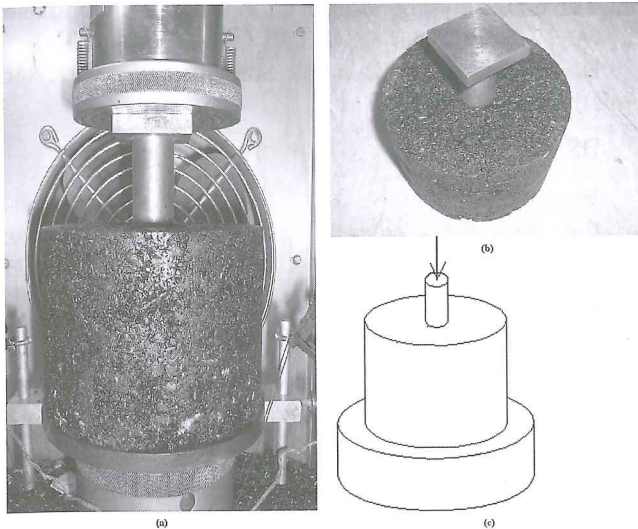
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khả năng kháng cắt có liên quan chặt chẽ tới khả năng kháng hằn lún của hỗn hợp BTN. Biến dạng vĩnh cửu hay lún của mặt đường BTN là một trong các hư hỏng chính của mặt đường BTN. Lún mặt đường BTN có nguyên nhân do sự kết hợp giữa mức độ đầm chặt và biến dạng dẻo do lực cắt trong mặt đường BTN, trong đó phần lớn sự biến dạng nghiêm trọng là do biến dạng dẻo gây ra bởi lực cắt [3, 4, 5, 6].

Trên thế giới, các thí nghiệm trong phòng phổ biến để đánh giá khả năng kháng lún của hỗn hợp BTN được như thí nghiệm mô phỏng vết lún bánh xe hay thí nghiệm từ biến đều đòi hỏi thiết bị thí nghiệm chuyên dụng, hiện đại hoặc mất nhiều thời gian để hoàn thành. Ở Việt Nam, chỉ tiêu kỹ thuật về độ sâu vết hằn lún bánh xe sử dụng thí nghiệm Wheel tracking đang được sử dụng đánh giá chất lượng của hỗn hợp BTN làm mặt đường [1].

Tiêu chuẩn JTG D50-2017 của Trung Quốc về thiết kế mặt đường BTN cho đường ô tô đưa ra yêu cầu đánh giá khả năng kháng lún của mặt đường BTN phục vụ cho thiết kế mặt đường BTN từ kết quả thí nghiệm xuyên dọc trực của các hỗn hợp BTN [7]. Ngoài ra, một số nghiên cứu cũng đã sử dụng thí nghiệm này để đánh giá chất lượng của hỗn hợp BTN [4, 8]. Đây là thí nghiệm khá đơn giản, dễ thực hiện, ít tốn thời gian và tiết kiệm chi phí.

Vì vậy, nghiên cứu đánh giá khả năng ứng dụng thí nghiệm xuyên dọc trực thông qua việc so sánh với kết quả thí nghiệm chiều sâu vết hằn lún bánh xe là cần thiết, có ý nghĩa thực tiễn cao.



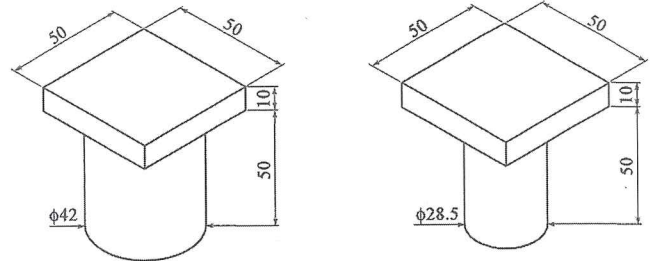
Hình 1.1: Thí nghiệm xuyên dọc trực đánh giá khả năng kháng lún của BTN [4]

2. CHUẨN BỊ THÍ NGHIỆM

2.1. Thí nghiệm xuyên dọc trực

Mẫu sử dụng trong thí nghiệm này được chế bị có đường kính 100 mm và chiều cao 100 mm theo phụ lục F tiêu chuẩn JTG D50-2017 [7]. Thí nghiệm trên máy nén với tốc độ tăng tải 1 mm/phút với đầu nén xuyên (đảm bảo độ

cứng). Một đầu của đầu nén là tấm mỏng dạng chữ nhật có chiều dài và chiều rộng 50 mm, dày 10 mm; đầu còn lại là hình trụ tròn có chiều cao 50 mm, đường kính 28,5 mm (Hình 2.1).



Hình 2.1: Kích thước của đầu xuyên trong thí nghiệm xuyên dọc trực

Các hỗn hợp BTN sử dụng trong nghiên cứu này sử dụng cùng cấp phối cốt liệu và cùng nguồn vật liệu để chế tạo. Các hỗn hợp BTN trong nghiên cứu này bao gồm: BTN chặt 16 sử dụng nhựa đường 60/70 (BTNC 16 60/70); BTN chặt 16 sử dụng nhựa đường polime PMB 3 (BTNP 16); BTN chặt 16 sử dụng nhựa đường 60/70 + 5% phụ gia Styrene - Butadiene - Styrene SBS (BTNC 16 5% SBS) và BTN chặt 16 sử dụng nhựa đường 60/70 + 1% phụ gia RCA (BTNC 16 1% RCA). Hàm lượng nhựa thiết kế của hỗn hợp BTN được lựa chọn theo phương pháp Marshall. Kết quả lựa chọn hàm lượng nhựa thiết kế thể hiện ở Bảng 2.1.

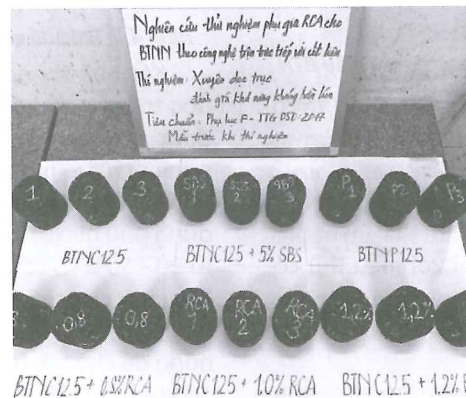
Bảng 2.1. Số lượng mẫu thí nghiệm xuyên dọc trực

Chỉ tiêu	Loại hỗn hợp BTNC			
	BTNC 16 60/70	BTNP 16	BTNC 16 5% SBS	BTNC 16 1,0% RCA
Hàm lượng nhựa thiết kế	4,4 %	4,7 %	4,4 %	4,1 %

Chuẩn bị các mẫu BTN có đường kính 100 mm và chiều cao 100 mm. Số lượng mẫu thể hiện từng loại được thể hiện trong Bảng 2.2.

Bảng 2.2. Số lượng mẫu thí nghiệm xuyên dọc trực

Chỉ tiêu thí nghiệm	Phương pháp thử	Số lượng mẫu thí nghiệm (mẫu)			
		BTNC 16 60/70	BTNP 16	BTNC 16 5% SBS	BTNC 16 1,0% RCA
Thí nghiệm xuyên dọc trực	Phụ lục F JTG D50- 2017	03	03	03	03



Hình 2.2: Chuẩn bị các mẫu BTN cho thí nghiệm xuyên dọc trực

2.2. Chuẩn bị thí nghiệm độ ổn định động

Chuẩn bị mẫu cho thí nghiệm xác định độ ổn định động (theo phương pháp C của Quyết định số 1617/QĐ-BGTVT) đối với 4 hỗn hợp nghiên cứu. Các mẫu BTN được chế bị với kích thước (320x260x50)mm bằng máy đầm lăn.



Hình 2.3: Các mẫu BTN sau khi thực hiện thí nghiệm xác định độ ổn định động

3. TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

3.1. Thí nghiệm xuyên dọc trục

Các mẫu thí nghiệm xuyên dọc trục bảo dưỡng trong tủ bảo ôn ở nhiệt độ thí nghiệm (30°C) trong 4h trước khi làm thí nghiệm. Thí nghiệm được thực hiện trên máy nén Marshall với đầu nén có kích thước theo quy định tại Phụ lục F của Tiêu chuẩn JTG D50-2017.

Giá trị ứng suất nén lớn nhất đo được trước khi phá hoại được gọi là cường độ kháng xuyên của mẫu BTN. Ngoài ra, chiều sâu xuyên vào trong mẫu cũng được ghi lại tại thời điểm xác định giá trị cường độ kháng xuyên.



Hình 3.1: Thí nghiệm cường độ kháng xuyên dọc trục của mẫu BTN

Giá trị cường độ kháng xuyên được xác định theo công thức:

$$R\tau = f_r \cdot \frac{P}{A} \text{ (MPa)}$$

Trong đó:

f_r - Hệ số ứng suất xuyên = 0,34 (đối với mẫu thử có đường kính 100 mm);

P - Lực kháng xuyên lớn nhất ghi được trong quá trình thử nghiệm (N);

A - Diện tích mặt cắt ngang của vết lõm do chùy xuyên (mm²).

3.2. Thí nghiệm độ ổn định động

Thí nghiệm xác định độ ổn định động của mẫu BTN được thực hiện trên thiết bị Hamburg Wheel-tracking ở

hiệt độ 60°C trong môi trường không khí theo hướng dẫn của Quyết định số 1617/QĐ-BGTVT (phương pháp C).

Độ ổn định động (Dynamic Stability - DS), được xác định theo công thức:

$$DS = \frac{(t_2 - t_1) \cdot 42}{d_2 - d_1} \cdot c_1 \cdot c_2 \text{ (lần/mm)}$$

Trong đó:

t_1, t_2 - Mốc thời gian xác định độ sâu vết hằn bánh xe; với $t_1 = 45$ phút, $t_2 = 60$ phút. Nếu d_2 lớn hơn hoặc bằng 25 mm thì phải lấy t_2 tương ứng $d_2 = 25$ mm để tính toán;

d_1, d_2 - Độ sâu vết hằn bánh xe tương ứng với mốc thời gian t_1 và t_2 ;

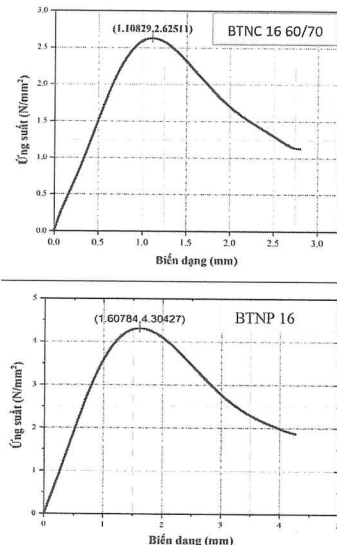
42 - Số lần tác dụng của tải trọng trong 1 phút;

c_1 - Hệ số điều chỉnh loại máy tùy thuộc vào cấu tạo của hệ thống dẫn động (truyền động) đến bánh xe thử nghiệm. Đối với máy thử có hệ thống dẫn động dạng cánh tay đòn thì $c_1 = 1,0$;

c_2 - Hệ số điều chỉnh kích thước mẫu. $c_2 = 1,0$ khi mẫu có chiều rộng 300 mm, $c_2 = 0,8$ khi mẫu có chiều rộng 150 mm.

4. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ BÌNH LUẬN

Biểu đồ quan hệ giữa ứng suất - chiều sâu xuyên ở 30°C của các mẫu BTN được thể hiện ở Hình 4.1.

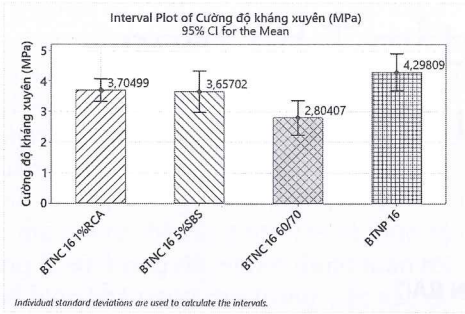


Hình 4.1: Biểu đồ quan hệ giữa ứng suất nén và chiều sâu xuyên

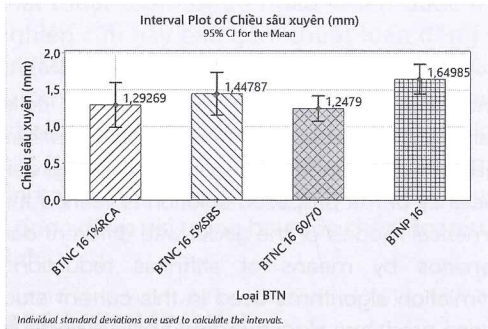
Kết quả thí nghiệm xác định cường độ kháng xuyên dọc trục và chiều sâu xuyên của các tổ mẫu BTN lần lượt được thể hiện ở Hình 4.2 và Hình 4.3. Từ các kết quả thí nghiệm rút ra một số nhận xét sau:

- Cường độ kháng xuyên của BTNP 16 và BTNC 16 sử dụng phụ gia (BTNC 16 5%SBS và BTNC 16 1%RCA) tăng lên từ 30 - 50% so với BTNC 16 60/70 không sử dụng phụ gia. Điều này cho thấy việc sử dụng nhựa đường polime PMB III hoặc sử dụng phụ gia SBS và RCA trộn trực tiếp với cốt liệu nóng để chế tạo hỗn hợp BTN có tác dụng cải thiện cường độ kháng xuyên dọc trục.

- Chiều sâu xuyên dọc trục tại thời điểm mẫu bị phá hoại của BTNP 16 và BTNC 16 sử dụng phụ gia (BTNC 16 5%SBS và BTNC 16 1%RCA) cũng có xu hướng tăng lên so với BTNC 16 60/70 không sử dụng phụ gia.

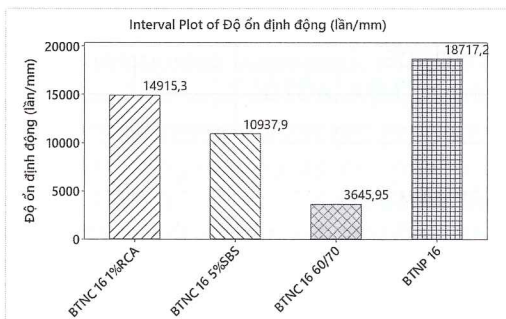


Hình 4.2: Cường độ kháng xuyên của các mẫu BTN



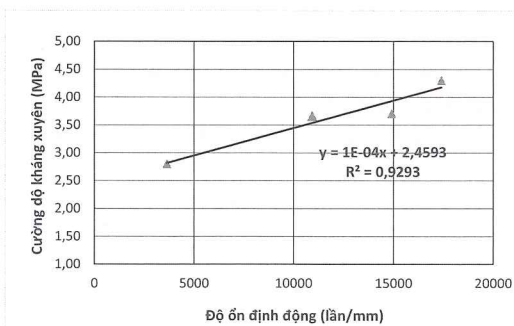
Hình 4.3: Chiều sâu xuyên của các mẫu BTN

Kết quả độ ổn định động của các loại BTN nghiên cứu được thể hiện ở Hình 4.4.



Hình 4.4: Độ ổn định động của BTN

Từ các kết quả thí nghiệm xác định độ ổn định động và cường độ kháng xuyên của 4 loại BTN nghiên cứu, xây dựng tương quan giữa 2 chỉ tiêu này thể hiện trên biểu đồ Hình 4.5.



Hình 4.5: Tương quan giữa độ ổn định động và cường độ kháng xuyên của BTN

Có thể thấy rằng, giữa cường độ kháng xuyên dọc trục và độ ổn định động của các loại BTN có tương quan tuyến tính chặt chẽ với hệ số xác định $R^2 = 0,9293$.

5. KẾT LUẬN VÀ CÁC HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

5.1. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu thực nghiệm trong phòng và các phân tích đánh giá, có thể rút ra một số kết luận sau:

- Các kết quả nghiên cứu bước đầu chỉ ra có sự tương quan tuyến tính chặt chẽ giữa cường độ kháng xuyên dọc trục và chỉ tiêu độ ổn định động của BTN theo phương pháp C trong Quyết định số 1617/QĐ-BGTVT.

- Thí nghiệm xuyên dọc trục theo Phụ lục F của Tiêu chuẩn JTG D50-2017 là thí nghiệm đơn giản, dễ thực hiện trên máy nén Marshall trong các phòng thí nghiệm ở Việt Nam. Vì vậy, phương pháp thí nghiệm xuyên dọc trục có tiềm năng sử dụng để đánh giá khả năng kháng hằn lún vết bánh xe của BTN.

5.2. Các định hướng nghiên cứu tiếp theo

Cần tiến hành các nghiên cứu sử dụng thí nghiệm xuyên dọc trục cho các loại BTN khác nhau và ở các điều kiện nhiệt độ thí nghiệm khác nhau, từ đó có thêm cơ sở dữ liệu để xây dựng tương quan giữa chỉ tiêu cường độ kháng xuyên dọc trục và chiều sâu hằn lún vết bánh xe hay độ ổn định động của BTN.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bộ GTVT (2014), Quyết định số 1617/QĐ-BGTVT về việc ban hành Quy định kỹ thuật về phương pháp thử độ sâu hằn bánh xe của BTN xác định bằng thiết bị Wheel tracking.
- [2]. AASHTO T 324, Standard Method of Test for Hamburg Wheel-Track Testing of Compacted Asphalt Mixtures (Phương pháp thử nghiệm vết bánh xe của hỗn hợp BTN đã đầm nén bằng thiết bị Hamburg Wheel-Track).
- [3]. Christensen Jr, D. W., & Bonaquist, R. (2002), Use of Strength Tests for Evaluating the Rut Resistance of Asphalt Concrete, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, vol.71, pp.692-711.
- [4]. Chen, X., Huang, B., & Xu, Z. (2006), Uniaxial penetration testing for shear resistance of hot-mix asphalt mixtures, Transportation research record, 1970(1), 116-125.
- [5]. Martin, A. E., and D. W. Park (2003), Use of the Asphalt Pavement Analyzer and Repeated Simple Shear Test at Constant Height to Augment Superpave Volumetric Mix Design, Journal of Transportation Engineering, ASCE, vol.129, no.5, pp.522-530.
- [6]. Morea, F., & Zerbino, R. (2015), Wheel tracking test (WTT) conducted under different standards. Study and correlation of test parameters and limits, Materials and Structures, 48(12), 4019-4028.
- [7]. JTG D50 (2017), 公路沥青路面设计规范 (Tiêu chuẩn thiết kế mặt đường BTN).
- [8]. Zhang, Y., Sun, L., & Cheng, H. (2020), Laboratory performance evaluation of hot- mix asphalt mixtures with different design parameters, Applied Sciences, 10(9), 3038.

Ngày nhận bài: 12/3/2024

Ngày nhận bài sửa: 02/4/2024

Ngày chấp nhận đăng: 20/4/2024