

Đánh giá khả năng chống nứt, mỏi của bê tông nhựa sử dụng phụ gia hạt nhựa tái chế (RPE) theo phương pháp trộn ướt

■ PGS. TS. NGUYỄN VĂN HÙNG

Trường Đại học Giao thông vận tải

■ ThS. NGUYỄN THANH PHONG

Công ty Cổ phần UTC2 (Trường Đại học Giao thông vận tải)

TÓM TẮT: Các nghiên cứu trước đây của nhóm tác giả đã cho thấy, bê tông nhựa (BTN) sử dụng phụ gia hạt nhựa tái chế (RPE) có khả năng kháng lún cao hơn BTN thông thường (sử dụng nhựa đường 60/70). Bài báo sẽ tiếp tục đánh giá khả năng kháng nứt và kháng mỏi thông qua chỉ tiêu thí nghiệm ép chẻ và thí nghiệm mỏi của BTN.

TỪ KHÓA: Bê tông nhựa, lún, mỏi, phụ gia, RPE.

ABSTRACT: Previous studies have shown that asphalt binder using recycled polyethylene has higher rutting resistance than normal asphalt binder (using 60/70 bitum). This article will evaluate the crack resistance through splitting testing and fatigue testing.

KEYWORDS: AC, rutting, fatigue, additive, RPE.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện tượng mỏi là một trong các nguyên nhân chính gây ra sự phá hoại mặt đường. Các quy trình của Mỹ [11], Trung Quốc [12] đều gián tiếp hoặc trực tiếp đưa đặc tính mỏi của vật liệu BTN khi tính toán thiết kế kết cấu áo đường. Bản chất hiện tượng mỏi là sự suy giảm độ cứng của vật liệu dưới tác dụng của tải trọng trùng phục. Dưới tác dụng của tải trọng trùng phục, các vết nứt vi mô xuất hiện trong lớp BTN mặt đường. Theo thời gian, các vết nứt phát triển, hình thành các vết nứt lớn, gây suy giảm cường độ, phá hoại mặt đường.

Các nghiên cứu của Trường Đại học GTVT [6,7,8] cho thấy, BTN 60/70 sử dụng phụ gia hạt nhựa tái chế (RPE) cho khả năng kháng lún cao hơn khi không sử dụng RPE. Để đánh giá đặc tính của BTN 60/70 sử dụng RPE làm phụ gia, làm mặt đường, bài báo này tiếp tục so sánh khả năng kháng mỏi của BTN sử dụng RPE theo phương pháp trộn ướt so với một số loại BTN khác.

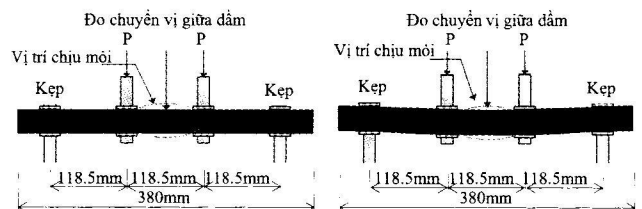
2. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

2.1. Phương pháp thí nghiệm ép chẻ

Xác định sức kháng kéo gián tiếp hay khả năng kháng nứt theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8862:2011 "Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính" [2].

2.2. Phương pháp thí nghiệm mỏi

Trên thế giới có nhiều mô hình thí nghiệm đánh giá độ bền mỏi bê tông asphalt như: uốn dầm, kéo - nén, cắt xoay. Trong đó, mô hình uốn dầm được xem là cách mô phỏng gần nhất với điều kiện làm việc của lớp bê tông asphalt trong kết cấu áo đường mềm. Nhóm nghiên cứu chọn phương pháp uốn bốn điểm (four points bending - 4PB) theo ASTM D7460, Standard Test Method for Determining Fatigue Failure of Compacted Asphalt Concrete Subjected to Repeated Flexural Bending [13] để làm thí nghiệm.



Hình 2.1: Sơ đồ thí nghiệm mỏi uốn dầm 4 điểm (trước và sau khi đặt tải)

3. CHẾ TẠO MẪU VÀ THÍ NGHIỆM

3.1. Cấp phối BTN C12.5

- Được thiết kế theo "Hướng dẫn áp dụng các tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu các lớp BTN nóng" của Bộ GTVT tại Quyết định số 858/QĐ-BGTVT [3].

- Hàm lượng nhựa: 4,8% so với hỗn hợp.

- Cốt liệu và hạt RPE được lấy tại trạm trộn BTN của Công ty CP Hải Đăng, tỉnh Tây Ninh. Các loại nhựa do Công ty TNHH Cung ứng nhựa đường (ADCo) cung cấp.

3.2. Mẫu thí nghiệm ép chẻ

Được chế tạo theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8860-1:2011, Phần 1: Xác định độ ổn định, độ dẻo Marshall [1] và các kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả [4, 5]. Các loại mẫu bao gồm:

- BTN C12,5 sử dụng nhựa 60/70 thông thường;

- BTN C12,5 sử dụng nhựa 40/50;

- BTN C12,5 sử dụng nhựa Polymer PMBIII;

- BTN C12,5 sử dụng nhựa 60/70 + 8% phụ gia RPE;

Mỗi loại BTN được chế tạo 6 viên mẫu. Tổng số mẫu 4 loại BTN x 6 mẫu = 24 mẫu.

Thí nghiệm được thực hiện tại LAS - XD 1398, Công ty Cổ phần UTC2.

3.3. Mẫu thí nghiệm mới

Được đúc bằng máy đầm lăn, thành các mẫu hình chữ nhật, kích thước 420x260x100 mm. Sau đó, mẫu được gia công bằng máy cắt điều khiển tự động có độ chính xác cao, thành các mẫu có kích thước 380x50x63 mm. Số mẫu thí nghiệm: 3 mẫu.



Hình 3.1: Mẫu thí nghiệm mới

4. THÔNG SỐ THÍ NGHIỆM VÀ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM ĐẶC TÍNH CƠ LÝ CỦA BTN 60/70 + 8% RPE

4.1. Thí nghiệm Marshall

Kết quả nghiên cứu trước đây của nhóm tác giả [8] cho thấy, BTN 60/70 + 8% RPE làm tăng độ ổn định Marshall so với BTN dùng nhựa 60/70.

Bảng 4.1. Kết quả thí nghiệm độ ổn định Marshall

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	BTN dùng nhựa 60/70	BTN 60/70 sử dụng 8% phụ gia RPE
1	Độ ổn định Marshall (KN)	10,27	13,26
2	Độ dẻo Marshall (mm)	3,90	5,70

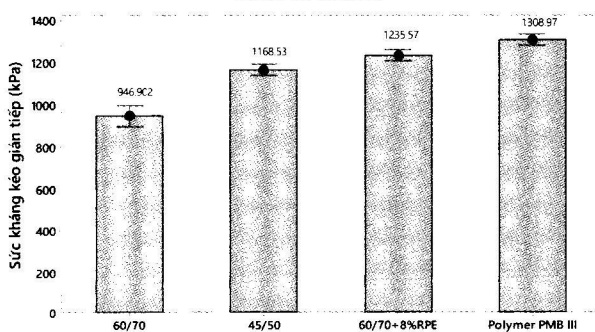
4.2. Thí nghiệm ép chẻ

Kết quả thí nghiệm được xử lý thống kê bằng phần mềm Minitab 17 [14] đều cho hệ số điều chỉnh R² ≥ 80%, hệ số p-value < 0,05 đảm bảo mức ý nghĩa 95%, kết quả được thể hiện như trong Hình 4.2.

Kết quả ở Hình 4.1 cho thấy, BTN C12.5 BTN 60/70 + 8% RPE có sức kháng kéo gián tiếp cao hơn BTN 60/70 thông thường (khoảng 30%) và BTN 40/50 (khoảng 13%), nhưng thấp hơn BTN polymer III (khoảng 8%).

Phân tích sự khác biệt bằng phần mềm Minitab 17 cũng cho thấy sự khác biệt này là có ý nghĩa thống kê (Hình 4.2).

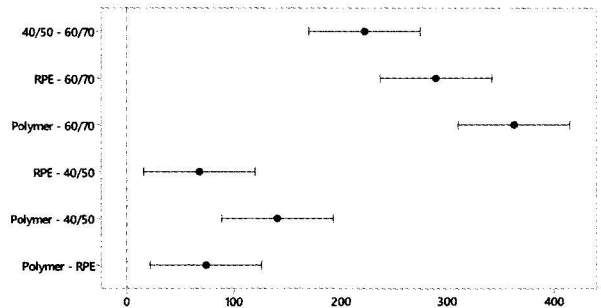
BIỂU ĐỒ SỨC KHÁNG KÉO GIÁN TIẾP
95% CI for the Mean



Individual standard deviations were used to calculate the intervals

Hình 4.1: Kết quả thí nghiệm sức kháng kéo gián tiếp

Tukey Simultaneous 95% CIs
Difference of Means for 60/70, 40/50, ...



If an interval does not contain zero, the corresponding means are significantly different.

Hình 4.2: Phân tích ANOVA - Tukey độ ổn định MS của các loại BTN

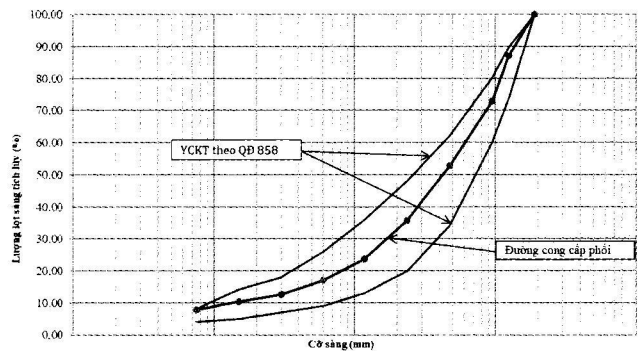
4.3. Thí nghiệm mới

Thí nghiệm xác định độ bền mỏi của BTN 60/70 + 8% RPE cho cấp phối C12,5 được thực hiện theo tiêu chuẩn thí nghiệm ASTM D7460-10 [13], với các thông số thí nghiệm như sau:

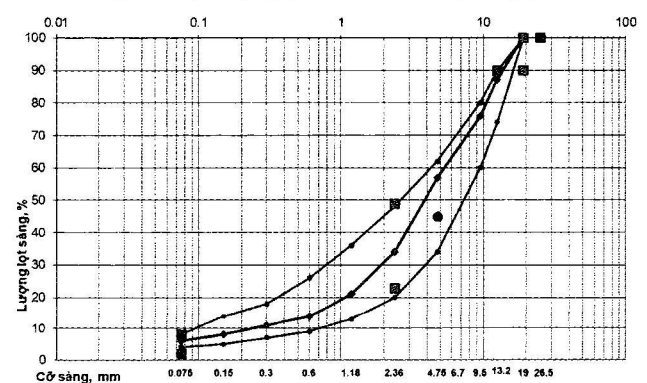
- Nhiệt độ thí nghiệm T: 20 (°C);
- Tần số thí nghiệm F: 10 (Hz);
- Biên độ mục tiêu ε: 400 (με).

Trị số mô-đun độ cứng ban đầu (S₀) được lấy từ giá trị đo sau khi đầm đã chịu 100 chu kỳ tải tác dụng (N = 100). Thí nghiệm tiếp tục cho đến khi mô-đun độ cứng (S) giảm xuống còn 50% giá trị ban đầu (S₀).

Mẫu thí nghiệm mới BTN 60/70 + 8% PRE, có cấp phối gần với các cấp phối BTN C12,5 (sử dụng nhựa 60/70, 40/50, Polymer) ở các tài liệu [9,10] (Hình 4.3):



a) - Đường cong cấp phối của nhóm tác giả và [9]



b) - Đường cong cấp phối của [10]

Hình 4.3: Đường cong cấp phối BTN C12,5

- Độ rỗng dư: Độ rỗng dư của các cấp phối như trong Bảng 4.2.

- Cùng điều kiện thí nghiệm: nhiệt độ (T), tần số (F), biên độ mục tiêu (ϵ_t).

Kết quả thí nghiệm mỗi của BTN C12.5 60/70 BTN 60/70 + 8% RPE và thống kê kết quả thí nghiệm mỗi của các BTN C12.5 khác [9,10] được liệt kê như trong Bảng 4.2.

Bảng 4.2. Kết quả thí nghiệm mỗi

Loại BTN	Độ rỗng dư	T	F	ϵ_t	Số chu kỳ gia tải tương ứng với mô-đun độ cứng giảm 50% N_{50}
	(%)	(°C)	(Hz)	($\mu\epsilon$)	
BTN C12.5 60/70 [9]	4,72	20	10	400	9,267
BTN C12.5 60/70 [10]	4,51	20	10	400	32,868
BTN C12.5 40/50 [9]	4,75	20	10	400	5,350
BTN C12.5 40/50 [10]	4,55	20	10	400	14,545
BTN C12.5 BTN 60/70 + 8% RPE	4,60	20	10	400	155,610
BTN C12.5 Polymer PMB III [10]	4,53	20	10	400	171,450

- Từ kết quả ở Bảng 4.2 cho thấy, ở cùng điều kiện thí nghiệm và có độ rỗng dư tương đương thì BTN 60/70 +8% RPE cho khả năng kháng mỗi vượt trội so với BTN 60/70, BTN 40/50 và gần tiệm cận với BTN polymer PMB III. Trong khi đó, khả năng kháng lún của BTN 60/70 +8% RPE cũng cao hơn BTN 60/70 [8] và BTN 40/50 [9], điều này trái với quy luật của các loại BTN sử dụng nhựa thông thường (khả năng kháng lún cao thì khả năng kháng mỗi thấp).

5. KẾT LUẬN

Trên cơ sở các thí nghiệm đã được thực hiện và thống kê đảm bảo mức độ tin cậy 95%, so sánh với các kết quả thí nghiệm khác [9,10], bước đầu cho phép đưa ra các kết luận và kiến nghị như sau:

- BTN 60/70 có sử dụng phụ gia RPE theo phương pháp trộn ướt không những có khả năng kháng lún mà khả năng kháng nứt và độ bền mỗi cũng cao hơn BTN 60/70 và BTN 40/50.

- Hỗn hợp BTN có sử dụng hạt RPE theo phương pháp trộn ướt có độ bền mỗi, khả năng kháng lún gần tiệm cận với BTN Polymer PMB III.

- Kiến nghị: Để có cơ sở sử dụng đại trà hạt nhựa RPE làm phụ gia cho BTN 60/70 cần tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện dây chuyền sản xuất và triển khai thử nghiệm ở hiện trường.

Tài liệu tham khảo

[1]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8860-1:2011, Phần 1: Xác định độ ổn định, độ dẻo Marshall.

[2]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8862:2011, Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính.

[3]. Bộ GTVT (2014), Quyết định số 858/QĐ-BGTVT, Hướng dẫn áp dụng các tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu các lớp BTN nóng.

[4]. Nguyễn Văn Hùng, Nguyễn Quang Phúc, Lương Xuân Chiểu, Nguyễn Thanh Phong (2015), Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến độ ổn định và độ dẻo Marshall của BTN, Tạp chí GTVT, số tháng 8.

[5]. Nguyễn Văn Hùng, Nguyễn Quang Phúc, Phạm

Hoàng Anh, Nguyễn Thanh Phong (2016), Đánh giá một số tồn tại trong việc chế tạo mẫu BTN trong phòng thí nghiệm ở Việt Nam và đề xuất giải pháp khắc phục, Tạp chí GTVT, số tháng 6.

[6]. Nguyễn Quang Phúc, Nguyễn Hồng Quân, Lê Tuấn Anh (2018), Nghiên cứu sử dụng phế thải nhựa làm phụ gia theo phương pháp trộn khô tăng cường độ ổn định Marshall của bê tông asphalt, Tạp chí GTVT, số tháng 1+2.

[7]. Nguyễn Hồng Quân, Nguyễn Quang Phúc, Lương Xuân Chiểu, Nguyễn Hữu Thành, Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia phế thải LDPE đến một số chỉ tiêu cơ học của BTN nóng trong phòng thí nghiệm, Tạp chí GTVT, số tháng 12.

[8]. Nguyễn Văn Hùng, Ngô Châu Phương, Lê Văn Phúc, Nguyễn Thanh Phong, Thái Trường Giang, Mai Thái Duy (2020), Nghiên cứu một số chỉ tiêu kỹ thuật của BTN sử dụng phụ gia hạt nhựa tái chế (RPE) theo phương pháp trộn ướt, Tạp chí GTVT, số tháng 5.

[9]. PGS. TS. Nguyễn Văn Hùng (2019), Nghiên cứu sử dụng nhựa 40/50 chế tạo BTN làm mặt đường ở Việt Nam, Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, Trường Đại học GTVT.

[10]. Bùi Ngọc Hưng (2016), Nghiên cứu một số yếu tố ảnh hưởng đến biến dạng lún vệt bánh xe có xét đến đặc tính mỗi của BTN chặt làm lớp mặt đường Việt Nam, Luận án Tiến sỹ kỹ thuật, Viện Khoa học và Công nghệ GTVT

[11]. AASHTO (2002), Guide for Design of New and Rehabilitated Pavement Structure.

[12]. JTG D50-2006, 公路沥青路面设计规范 (Specifications for Design of Highway Asphalt Pavement.

[13]. ASTM D7460-10 (2010), Standard Test Method for Determining Fatigue Failure of Compacted Asphalt Concrete Subjected to Repeated Flexural Bending, United States.

[14]. Phần mềm Minitab 17, Phân tích, đánh giá thống kê số liệu thí nghiệm.

Ngày nhận bài: 20/3/2021

Ngày chấp nhận đăng: 04/4/2021

Người phản biện: TS. Nguyễn Văn Long

TS. Lê Văn Phúc