



EVALUATION OF SELECTED PROPERTIES OF STONE MASTIC ASPHALT (SMA) MIXTURES INCORPORATING VIATOP ADDITIVE

Nguyen Quang Phuc¹, Tran Thi Cam Ha^{1*}, Luong Xuan Chieu¹,
Heng Wei Chaur²

¹ University of Transport and Communications, No 3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam

² So Truong Phuong Nam Distribution Co., Ltd, No 5 Nguyen Gia Thieu Street, Ho Chi Minh, Vietnam

ARTICLE INFO

TYPE: Research Article

Received: 04/06/2025

Revised: 05/08/2025

Accepted: 10/08/2025

Published online: 15/08/2025

<https://doi.org/10.47869/tcsj.76.6.7>

* *Corresponding author*

Email: Tranthcamha@utc.edu.vn; Tel: +84912067633

Abstract. Stone Mastic Asphalt (SMA) is a gap-graded asphalt mixture with a high proportion of coarse aggregates, widely recognized for its effectiveness in resisting rutting, cracking, and water infiltration, making it especially suitable for heavy-duty roads. However, its high cost and susceptibility to asphalt drain-down during construction and service life hinder its widespread application in Vietnam. Fiber additives, particularly cellulose fibers, are incorporated into SMA to enhance the structural stability of the mix. Nonetheless, domestic research remains limited in thoroughly evaluating the effectiveness of different fiber types. This study focuses on the experimental evaluation of an SMA mixture modified with Viatop Premium cellulose fiber (SMA-V 12.5), in comparison with a dense-graded asphalt concrete using a 12.5 mm nominal maximum aggregate size and PMB Grade III binder (BTNP 12.5). The results indicate that SMA-V 12.5 demonstrates superior resistance to asphalt drain-down, along with better rutting and cracking resistance, and tends to improve tensile–flexural performance compared to BTNP 12.5. These characteristics highlight the application potential of SMA-V 12.5 under practical conditions in Vietnam.

Keywords: Stone Matrix Asphalt, SMA, Viatop, asphalt drainage.

@ 2025 University of Transport and Communications



NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ MỘT SỐ CHỈ TIÊU CỦA HỖN HỢP ĐÁ VỮA NHỰA (SMA) SỬ DỤNG PHỤ GIA VIATOP

Nguyễn Quang Phúc¹, Trần Thị Cẩm Hà^{1*}, Lương Xuân Chiêu¹,
Heng Wei Chaur²

¹ Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

² Công ty TNHH Phân Phối Sở Trường Phương Nam, Số 5 Nguyễn Gia Thiều, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 04/06/2025

Ngày nhận bài sửa: 05/08/2025

Ngày chấp nhận đăng: 10/08/2025

Ngày xuất bản Online: 15/08/2025

<https://doi.org/10.47869/tcsj.76.6.7>

* Tác giả liên hệ

Email: Tranhticamha@utc.edu.vn; Tel: +84912067633

Tóm tắt. SMA (Stone mastic asphalt) là loại hỗn hợp có cấp phối không liên tục với hàm lượng cốt liệu thô chiếm tỷ lệ cao, đã được nghiên cứu và xác nhận về hiệu quả chống hằn lún, nứt nẻ và thấm nước, đặc biệt thích hợp cho các tuyến đường chịu tải trọng lớn. Tuy nhiên, chi phí cao cùng với hiện tượng chảy nhựa trong khi thi công và sử dụng là những yếu tố cản trở việc ứng dụng rộng rãi SMA tại Việt Nam. Phụ gia sợi, đặc biệt là sợi cellulose, được đưa vào hỗn hợp SMA nhằm nâng cao tính ổn định của kết cấu. Tuy nhiên, các nghiên cứu trong nước hiện vẫn còn hạn chế về mức độ đánh giá đầy đủ hiệu quả của từng loại phụ gia. Nghiên cứu trong bài báo tập trung vào đánh giá thực nghiệm hỗn hợp SMA có bổ sung sợi cellulose Viatop Premium (SMA-V 12,5), so sánh đối chứng với hỗn hợp bê tông nhựa chặt cỡ hạt lớn nhất danh định 12,5 mm dùng nhựa PMB loại III (BTNP 12,5). Kết quả cho thấy SMA-V 12,5 có khả năng chống chảy nhựa hiệu quả, cùng với khả năng chống lún và nứt tốt hơn, và xu hướng cải thiện khả năng chịu kéo – uốn so với BTNP 12,5. Những đặc tính này khẳng định tiềm năng ứng dụng của SMA-V 12,5 trong bối cảnh khai thác thực tiễn tại Việt Nam.

Từ khóa: Hỗn hợp đá vữa nhựa, SMA, Viatop, chảy nhựa.

@ 2025 Trường Đại học Giao thông vận tải

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bê tông nhựa (BTN), cốt liệu lớn có vai trò tạo ra bộ khung chịu lực chủ yếu, tạo ra cường độ và sự ổn định của BTN đặc biệt là ở nhiệt độ cao [1]. Hỗn hợp đá vữa nhựa (Stone mastic asphalt / Stone matrix asphalt– SMA) là hỗn hợp BTN nóng có vật liệu khoáng là cấp phối không liên tục (gap-gradation) chứa một tỷ lệ cao cốt liệu thô nhằm hình thành bộ khung đá vững chắc. Bộ khung này giúp cải thiện đáng kể khả năng chống biến dạng vĩnh viễn như lún vệt bánh, nứt phản ánh và chống thấm nước [2-8]. Ở các nước như Đức, Anh, Pháp, Thụy Điển, Mỹ, Australia, Nhật Bản, Trung Quốc... SMA được ứng dụng làm lớp mặt của đường cao tốc, những tuyến đường có yêu cầu chịu tải trọng nặng, mặt đường sân bay, và lớp phủ mặt cầu [7, 8, 9]. Tại Việt Nam, đã có một số công trình nghiên cứu cho thấy SMA có thể nâng cao đáng kể khả năng chống biến dạng và tác động của nước, đồng thời khắc phục một số hạn chế thường thấy ở BTN nóng thông thường [10-13]. Tuy nhiên, do đặc thù sử dụng nhựa có độ nhớt cao và hàm lượng lớn, hỗn hợp SMA có chi phí cao hơn đáng kể so với BTN thông thường, dẫn đến phạm vi ứng dụng còn bị giới hạn tại Việt Nam [2, 11–15].

Một trong số các vấn đề kỹ thuật cần được kiểm soát đối với hỗn hợp SMA là hiện tượng chảy nhựa trong suốt quá trình thi công cũng như khai thác. Hiện tượng này xảy ra khi nhựa bị hóa lỏng, tách ra khỏi hỗn hợp cốt liệu, rồi chảy xuống dưới trong giai đoạn thi công hoặc trôi lên bề mặt trong quá trình khai thác, gây thất thoát hàm lượng nhựa trong hỗn hợp. Phụ gia sợi được bổ sung vào hỗn hợp SMA nhằm tăng cường liên kết của nhựa đường, ngăn chặn hiện tượng chảy nhựa và phân tầng vật liệu, giúp hỗn hợp ổn định hơn khi thi công, tăng khả năng chống thấm, tăng tuổi thọ của mặt đường [2]. Tuy nhiên, bổ sung phụ gia sợi cũng làm tăng chi phí vật liệu, điều này ảnh hưởng tới tính kinh tế của công trình và là một rào cản cho việc áp dụng rộng rãi SMA. Trong các nghiên cứu về SMA tại Việt Nam, một số loại phụ gia sợi như sơ dừa, cellulose Trung Quốc và cellulose Viatop đã được sử dụng [11, 12, 13]. Tuy vậy, phần lớn các nghiên cứu chỉ mới tập trung vào một số chỉ tiêu riêng lẻ, chưa đánh giá đầy đủ về hiệu quả tổng thể của từng loại phụ gia. Việc mở rộng ứng dụng SMA tại Việt Nam đòi hỏi cần có thêm các nghiên cứu chuyên sâu nhằm làm rõ hiệu quả cụ thể của từng loại phụ gia, đồng thời xác định các giải pháp kỹ thuật và kinh tế tối ưu nhằm giảm thiểu giá thành. Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu thực nghiệm nhằm so sánh một số đặc trưng cơ lý của hỗn hợp SMA có bổ sung sợi cellulose Viatop Premium (tỷ lệ 0,3% tính theo khối lượng của hỗn hợp) – ký hiệu SMA-V 12,5, với hỗn hợp bê tông nhựa chặt có cùng cỡ hạt lớn danh định 12,5 mm sử dụng nhựa đường polymer PMB III (BTNP 12,5).

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

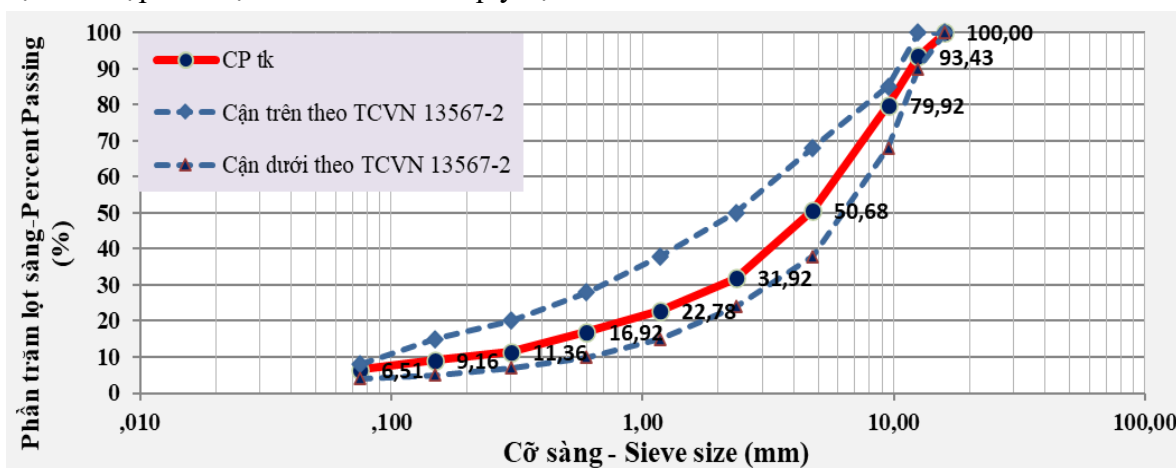
Nội dung nghiên cứu được triển khai theo các bước cụ thể sau:

- Tiến hành các thí nghiệm xác định tính chất cơ lý của vật liệu sử dụng trong nghiên cứu.
- Tính toán thành phần phối trộn hỗn hợp SMA-V 12,5 sử dụng phụ gia sợi cellulose Viatop Premium và hỗn hợp BTNP 12,5 sử dụng phương pháp Marshall. Đánh giá khả năng tạo khung cấu trúc giữa các hạt cốt liệu thô (liên kết đá chèn đá) cũng như độ chảy nhựa trong hỗn hợp SMA.
- Thực hiện thử nghiệm đánh giá độ dẻo, độ ổn định Marshall, khả năng chịu kéo uốn ở 15°C, độ nhạy ẩm, cũng như sức kháng hằn lún vệt bánh xe và kháng nứt của hỗn hợp SMA-V 12,5 so với BTNP 12,5.

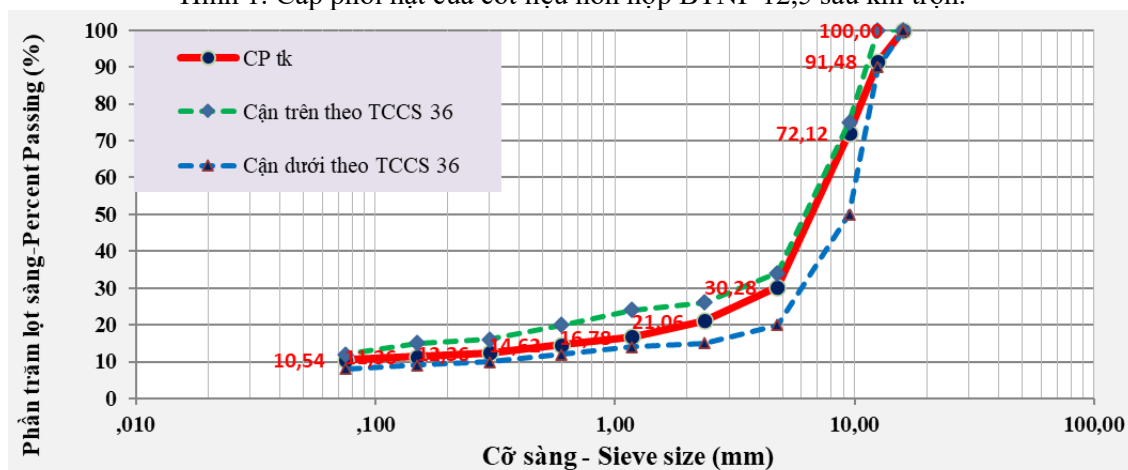
Quá trình thí nghiệm được thực hiện tại phòng thí nghiệm trọng điểm LAS-XD 1256 thuộc Trung tâm KHCN và Bộ môn Vật liệu Xây dựng – Trường Đại học Giao thông Vận tải. Kết quả thu được đã được kiểm tra độ chụm theo các tiêu chuẩn hiện hành tương ứng.

2.1. Thiết kế thành phần phối trộn hỗn hợp SMA-V 12,5 và BTNP 12,5

Trong nghiên cứu này, cốt liệu thô và cốt liệu mịn được lấy từ mỏ đá Phú Mãn, bột khoáng được cung cấp từ mỏ đá Transmeco (tỉnh Ninh Bình), Nhựa PMB III sử dụng do Công ty TNHH Nhựa đường Petrolimex cung cấp, Phụ gia sợi VIATOP® Premium được sản xuất bởi Tập đoàn JRS có trụ sở tại Cộng hòa Liên bang Đức. Các loại cốt liệu (thô, mịn và bột khoáng) sử dụng trong nghiên cứu đều tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật dành cho vật liệu chế tạo hỗn hợp BTNP và SMA theo quy định tại TCVN 13567-2:2022 [16] và TCCS 36:2021 [2]. Loại nhựa PMB III (dùng cho cả BTNP 12,5 và SMA-V 12,5) được lựa chọn đảm bảo phù hợp với các tiêu chí kỹ thuật quy định trong TCVN 11193:2021 [17]. Cấp phối thiết kế cho hỗn hợp BTNP 12,5 và SMA-V 12,5 được trình bày tương ứng trong Hình 1 và Hình 2. Thiết kế thành phần hỗn hợp theo phương pháp Marshall cho thấy khoảng hàm lượng nhựa phù hợp đối với BTNP 12,5 dao động từ 4,9% đến 5,4% (Hình 3), và từ 6,05% đến 6,6% đối với hỗn hợp SMA-V 12,5 (Hình 4). Trên cơ sở đó, hàm lượng nhựa tối ưu được lựa chọn lần lượt cho hai loại hỗn hợp là 5,1% và 6,3% theo khối lượng hỗn hợp. Bảng 1 và Bảng 2 thể hiện kết quả thử nghiệm của các hỗn hợp BTNP 12,5 và SMA-V 12,5 ở hàm lượng nhựa tối ưu đã chọn, qua đó khẳng định cả hai loại hỗn hợp đều đạt tiêu chuẩn theo quy định của TCVN 13567-2:2022 và TCCS 36:2021.

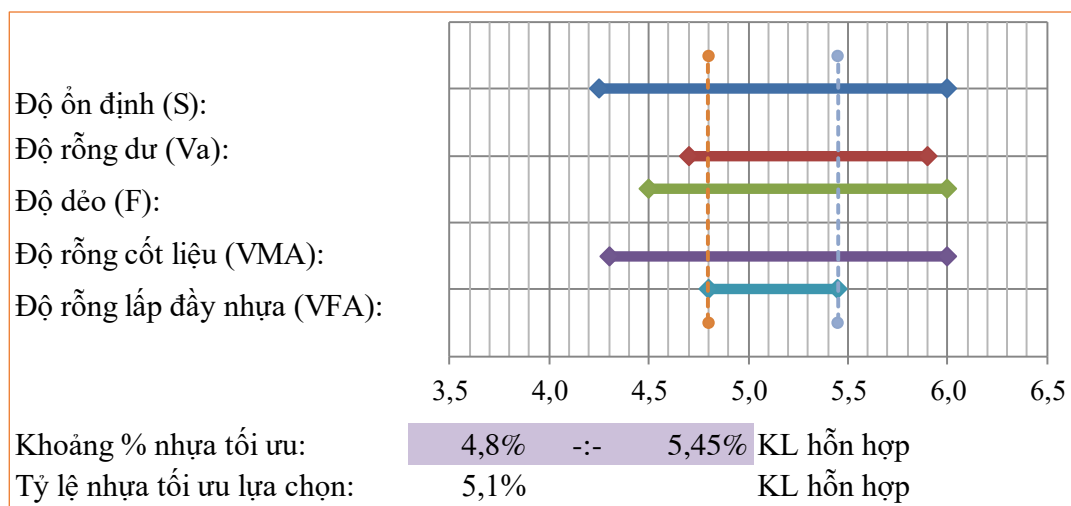


Hình 1. Cấp phối hạt của cốt liệu hỗn hợp BTNP 12,5 sau khi trộn.

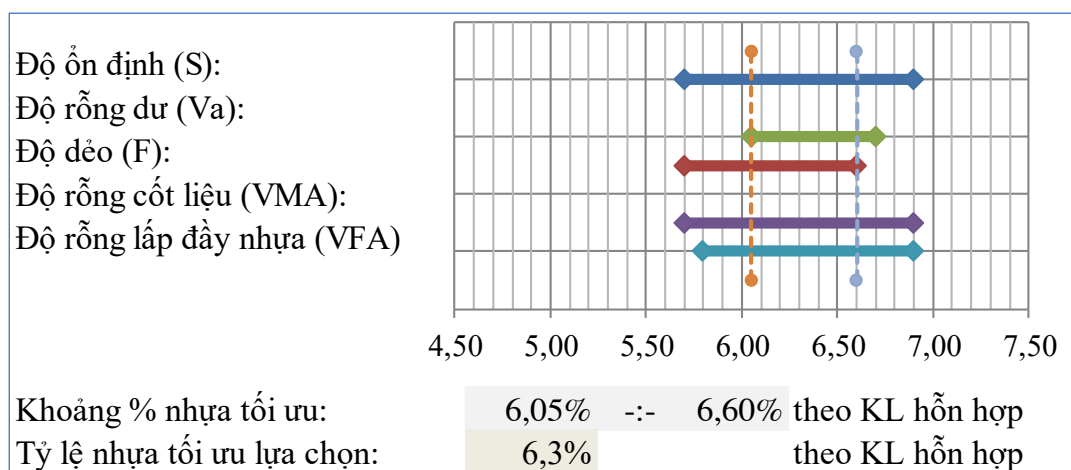


Hình 2. Cấp phối hạt của cốt liệu hỗn hợp SMA-V 12,5 sau phối trộn.

Để đánh giá mức độ hình thành liên kết đá chèn đá của hỗn hợp SMA-V 12,5, các đặc trưng thể tích và độ rỗng của cốt liệu thô (VCA) được xác định theo hướng dẫn trong tiêu chuẩn AASHTO T19. Kết quả đã cho thấy giá trị VCA của hỗn hợp sau khi đầm chặt bằng chày Marshall (VCA_{MIX}) đạt 41,45%, thấp hơn so với độ rỗng của cốt liệu ở trạng thái khô đầm bằng dùi chọc (VCA_{DRC}), là 43,9%. Điều này cho thấy hỗn hợp đáp ứng các yêu cầu về kỹ thuật đối với SMA theo quy định tại TCCS 36.



Hình 3. Kết quả lựa chọn lượng nhựa tối ưu của BTNP 12,5 bằng phương pháp Marshall.



Hình 4. Kết quả lựa chọn lượng nhựa tối ưu của SMA-V 12,5 bằng phương pháp Marshall.

Bảng 1. Một số chỉ tiêu cơ bản của BTNP 12,5 có hàm lượng nhựa 5,1% (hàm lượng tối ưu được lựa chọn).

Chỉ tiêu đánh giá	Đơn vị	Kết quả	Yêu cầu quy định trong TCVN 13567-2
.S - Độ ổn định	kN	12,95	Min 12.0
F - Độ dẻo	Mm	4,46	3 ÷ 6

V _a - Độ rỗng dư	%	4,89	3 ÷ 6
VMA - Độ rỗng cốt liệu	%	16,81	Min 14
VFA - Tỷ lệ độ rỗng lấp đầy nhựa	%	70,93	65 ÷ 75
Độ ổn định còn lại	%	95,90	Min 85

Bảng 2. Một số chỉ tiêu cơ bản của SMA-V 12,5 có hàm lượng nhựa 6,3% (hàm lượng tối ưu được lựa chọn).

Chỉ tiêu đánh giá	Đơn vị	Kết quả	Yêu cầu quy định trong TCCS 36 đối với SMA dùng nhựa polymer
S - Độ ổn định	kN	10,47	Min 6
F - Độ dẻo	mm	4,7	Không quy định
V _a - Độ rỗng dư	%	3,27	3 ÷ 4
VMA - Độ rỗng hỗn hợp vật liệu khoáng	%	18,93	Min 17
VCA _{DRC} - độ rỗng cốt liệu thô ở trạng thái khô	%	43,90	-
VCA _{MIX} - độ rỗng cốt liệu thô trong SMA đầm chặt	%	37,17	Thấp hơn VCA _{DRC}
Độ chảy bitum	%	0,10	Max 0,3

2.2 Thực nghiệm đánh giá độ chảy nhựa của SMA-V 12,5

Đặc tính chảy nhựa của hỗn hợp SMA được phản ánh qua chỉ tiêu độ chảy nhựa (bitumen draindown), được thực hiện theo hướng dẫn của AASHTO T305. Thử nghiệm này nhằm đo lường lượng nhựa bị tách ra khỏi hỗn hợp SMA chưa đầm nén ở mức nhiệt tương ứng quá trình sản xuất, lưu trữ, vận chuyển và thi công (Hình 5). Kết quả cho thấy hỗn hợp SMA-V 12,5 có độ chảy nhựa chỉ đạt 0,1%, thấp hơn nhiều so với ngưỡng cho phép 0,3% theo quy định tại TCCS 36.



Hình 5. Thí nghiệm xác định độ chảy nhựa.

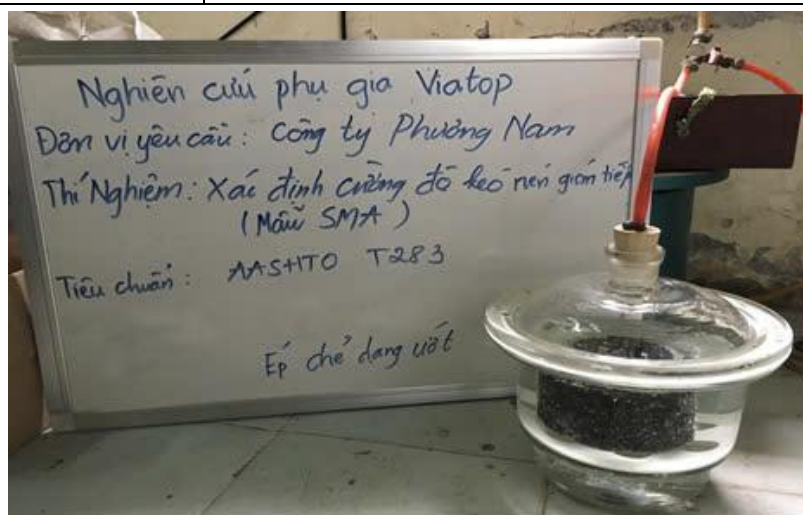
2.3 Thực nghiệm đánh giá độ nhạy ẩm

Độ nhạy ẩm của hỗn hợp sau khi đầm nén được đánh giá thông qua chỉ tiêu cường độ kéo gián tiếp (Indirect Tensile Strength – ITS). Thử nghiệm được thực hiện theo AASHTO T283. Mẫu được chế tạo và đầm nén bằng thiết bị Marshall theo quy định trong TCVN 8860-1:2011 với kích thước mẫu là đường kính 100 mm và chiều cao $63,5 \pm 2,5$ mm. Thí nghiệm được tiến hành ở nhiệt độ 25°C trên hai trạng thái: Mẫu khô và mẫu bão hòa nước. Số lượng mẫu trong từng nhóm được trình bày tại Bảng 3. Kết quả được trình bày trong Hình 7.

Chỉ số cường độ kéo gián tiếp được xác định bằng tỷ lệ giữa giá trị cường độ kéo gián tiếp của mẫu bão hòa nước và mẫu ở trạng thái khô. Thông số này phản ánh mức độ suy giảm khả năng chịu kéo của vật liệu khi chịu tác động của độ ẩm, từ đó làm căn cứ để đánh giá độ nhạy ẩm của hỗn hợp. Kết quả tính toán được trình bày trong Hình 8.

Bảng 3. Số mẫu thử cho thí nghiệm xác định ITS.

STT	Hỗn hợp	Trạng thái mẫu	
		Trạng thái khô, mẫu	Trạng thái bão hòa, mẫu
1	BTNP 12,5	3	3
2	SMA-V 12,5	3	3
Tổng cộng		12	

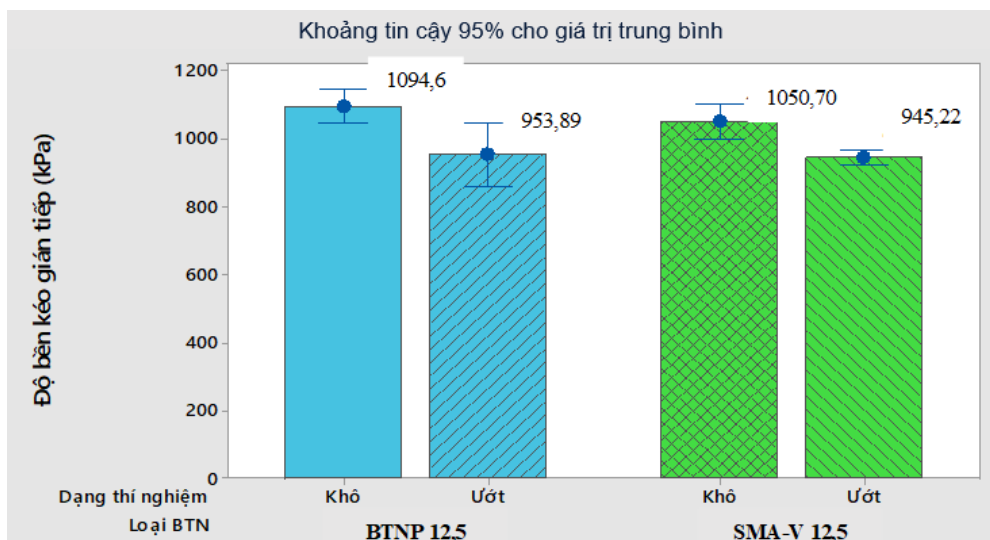


Hình 6. Thí nghiệm ITS - Công tác hút chân không.

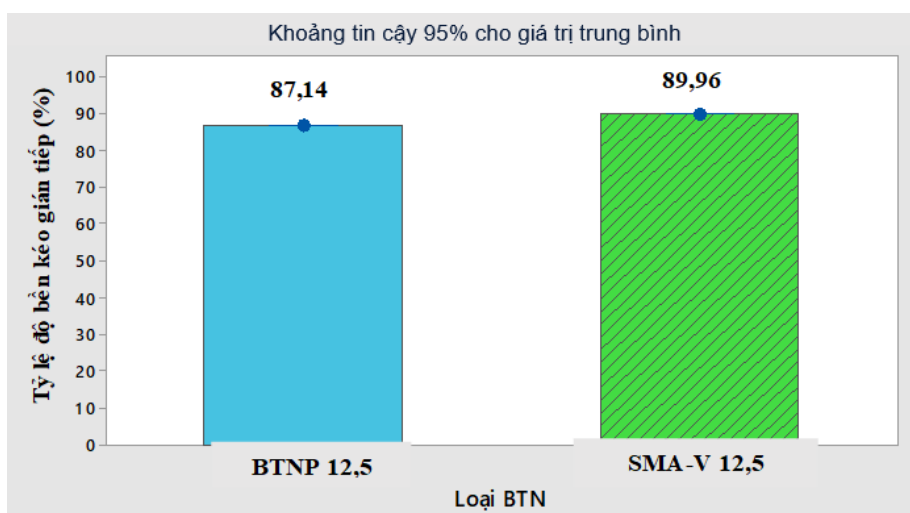
Dựa trên kết quả trình bày trong Hình 7 và Hình 8 có thể nhận thấy rằng trong điều kiện khô, hỗn hợp BTNP 12,5 đạt ITS (cường độ kéo gián tiếp) cao nhất với giá trị 1094,6 kPa. Tuy nhiên, khi mẫu được đưa về trạng thái bão hòa nước, cường độ giảm xuống còn 953,89 kPa, tương ứng mức suy giảm 12,86%. Ngược lại, SMA-V 12,5 tuy có cường độ kéo gián tiếp thấp hơn trong điều kiện khô (1050,70 kPa), nhưng lại cho thấy mức suy giảm nhỏ hơn khi bão hòa nước, với giá trị còn lại là 945,22 kPa (giảm 10,04%).

Phân tích với mức tin cậy 95% nhận thấy sự khác biệt giữa hai loại hỗn hợp trong điều kiện khô có ý nghĩa thống kê, nhưng khi ở điều kiện ướt thì sự khác biệt là không đáng kể. Kết quả này cho thấy hỗn hợp SMA-V 12,5 có khả năng chống ẩm tốt hơn, giúp duy trì độ bền trong môi trường ẩm ướt hơn BTNP 12,5. Điều này cũng được thể hiện qua chỉ số TSR của SMA-V

12,5 đạt 89,96%, cao hơn giá trị 87,14% của BTNP 12,5 (Hình 8) và vượt đáng kể ngưỡng tối thiểu 80% theo quy định của TCCS 36.



Hình 7. Kết quả thí nghiệm ITS của BTNP 12,5 và SMA-V 12,5.



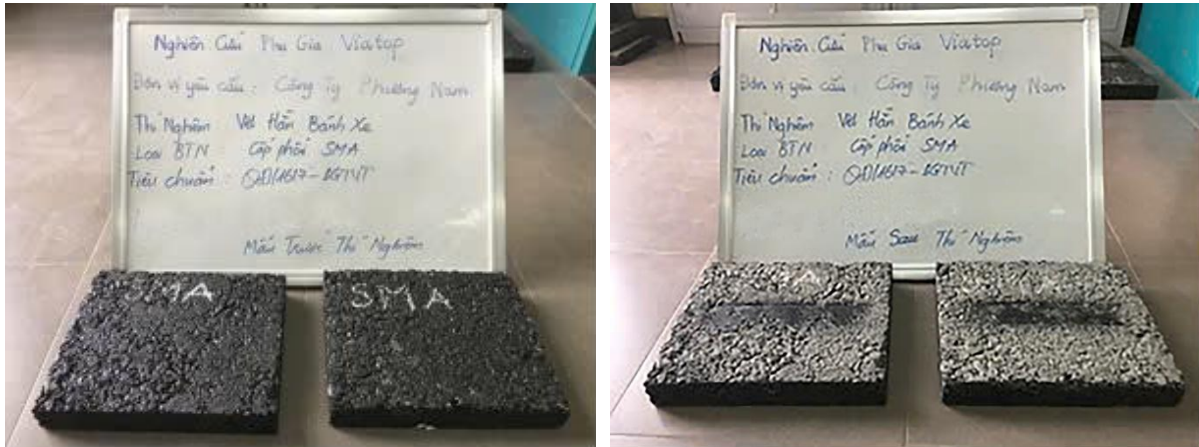
Hình 8. Kết quả TSR của BTNP 12,5 và SMA-

2.4 Thực nghiệm đánh giá sức kháng hằn lún vết bánh xe

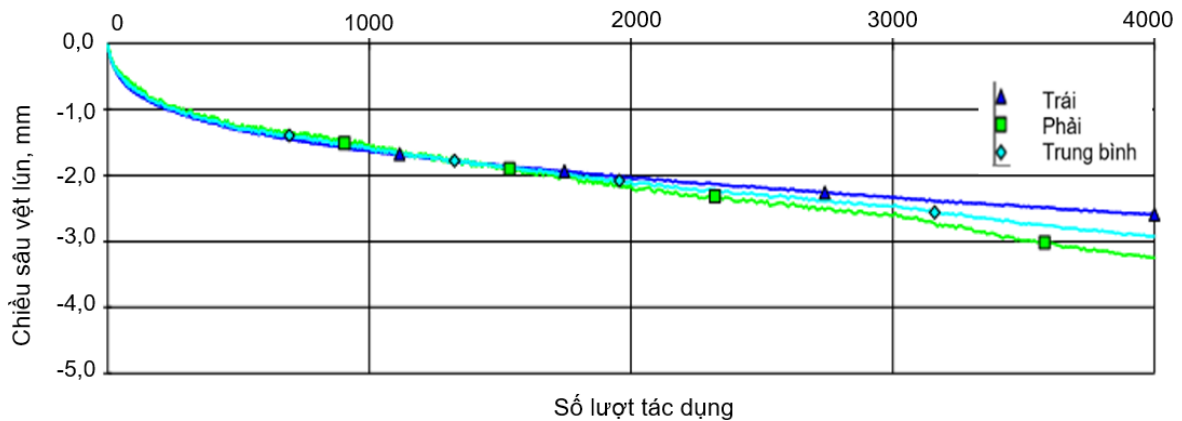
Khả năng kháng lún của các hỗn hợp BTNP 12,5 và SMA-V 12,5 được đánh giá thông qua thí nghiệm xác định vết hằn bánh xe theo tiêu chuẩn AASHTO T 324. Mẫu thử có dạng tấm hình chữ nhật ($320 \times 260 \times 60$ mm), được chế tạo bằng phương pháp đầm lún (Hình 9) và bảo dưỡng trong 7 ngày ở nhiệt độ phòng (25°C). Quá trình thử nghiệm được tiến hành trong môi trường nước ở 50°C , sử dụng thiết bị Wheel Tracking tại phòng LAS-XD 1256. Chiều sâu vết lún đo được được thể hiện ở Hình 10, Hình 11.

Kết quả thử nghiệm cho thấy sau 40.000 lượt tác dụng tải, hỗn hợp BTNP 12,5 trong nghiên cứu có chiều sâu vết hằn sấp xỉ 3 mm, thấp hơn nhiều so với ngưỡng cho phép 10 mm theo quy định tại TCVN 13567-2. Kết quả thể hiện trong Hình 10 và Hình 11 cho thấy hỗn hợp SMA-V 12,5 không chỉ có chiều sâu hằn lún ban đầu thấp hơn so với BTNP 12,5 tại các mức 20.000 và 40.000 lượt tải (lần lượt là 1,52 mm so với 2,05 mm và 1,91 mm so với 2,95 mm), mà còn có

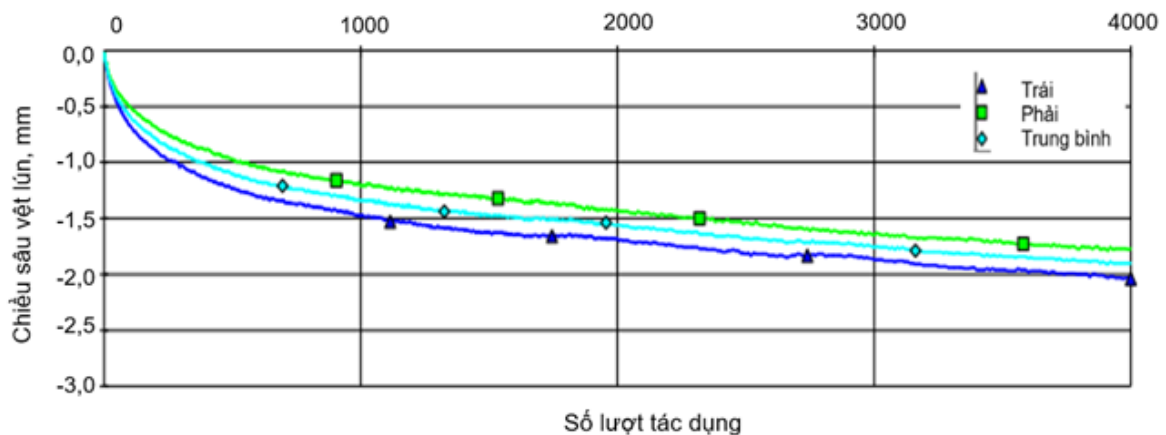
tốc độ gia tăng chiều sâu hằn lún chậm hơn khi số lượt tải tăng gấp đôi từ 20.000 lên 40.000. Cụ thể, chiều sâu hằn lún của SMA-V 12,5 chỉ tăng 0,39 mm, trong khi BTNP 12,5 tăng tới 0,90 mm trong cùng khoảng tải. Điều này chứng tỏ hỗn hợp SMA-V 12,5 có khả năng kháng biến dạng tốt hơn khi chịu tác dụng tải trọng lặp từ phương tiện giao thông.



Hình 9. Mẫu thử trong thí nghiệm xác định chiều sâu lún vết bánh xe.



Hình 10. Chiều sâu vết lún bánh xe của hỗn hợp BTNP12,5.



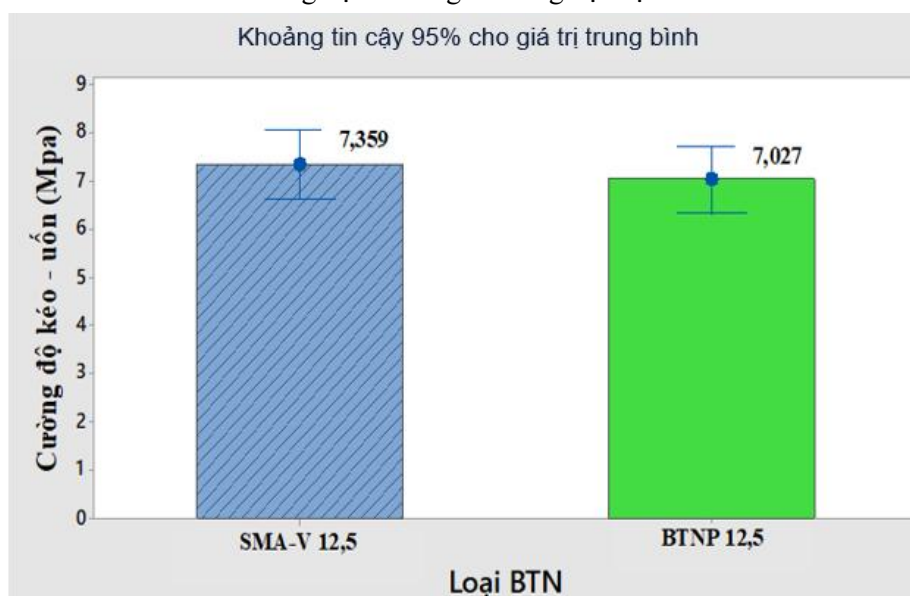
Hình 11. Chiều sâu vết lún bánh xe của hỗn hợp SMA-V 12,5.

2.5 Thử nghiệm đánh giá cường độ chịu kéo khi uốn

Thử nghiệm đánh giá cường độ chịu kéo khi uốn của hai loại hỗn hợp được thực hiện theo hướng dẫn tại Phụ lục C của TCCS 38. Mẫu thử có dạng dầm với kích thước $50 \times 50 \times 260$ mm, được cắt từ tấm mẫu hình chữ nhật chế tạo bằng phương pháp đầm lặn. Sau khi tạo hình, mẫu được bảo dưỡng trong 15 ngày ở điều kiện nhiệt độ phòng (25°C) trước khi đưa vào thí nghiệm tại 15°C . Quá trình kéo uốn được thực hiện bằng cách đặt mẫu trên hai gối tựa, với khoảng cách giữa các gối là 200 mm. Tải được truyền lên mẫu theo phương ngang thông qua tấm đệm thép dạng mặt trụ tiếp xúc toàn bộ bề rộng mẫu. Kết quả thí nghiệm được thể hiện ở Hình 13.



Hình 12. Thử nghiệm đánh giá cường độ chịu kéo khi uốn.



Hình 13. Cường độ kéo – uốn của mẫu thử ở nhiệt độ 15°C .

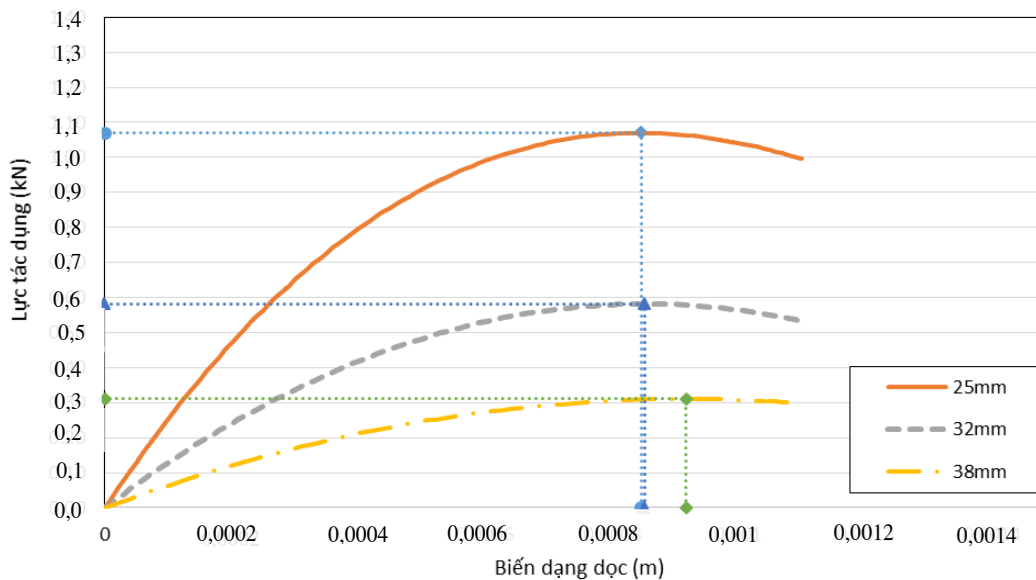
Kết quả thử nghiệm cho thấy cường độ chịu kéo - uốn trung bình của hỗn hợp SMA-V 12,5 đạt 7,359 MPa, cao hơn so với hỗn hợp BTNP 12,5 với giá trị trung bình là 7,027 MPa. Tuy nhiên, khi phân tích với mức tin cậy 95%, sự khác biệt này không đủ để kết luận có ý nghĩa về mặt thống kê. Mặc dù vậy, hỗn hợp SMA-V 12,5 vẫn thể hiện xu hướng cải thiện khả năng chịu kéo - uốn so với BTNP 12,5.

2.6 Thực nghiệm đánh giá ứng xử nứt

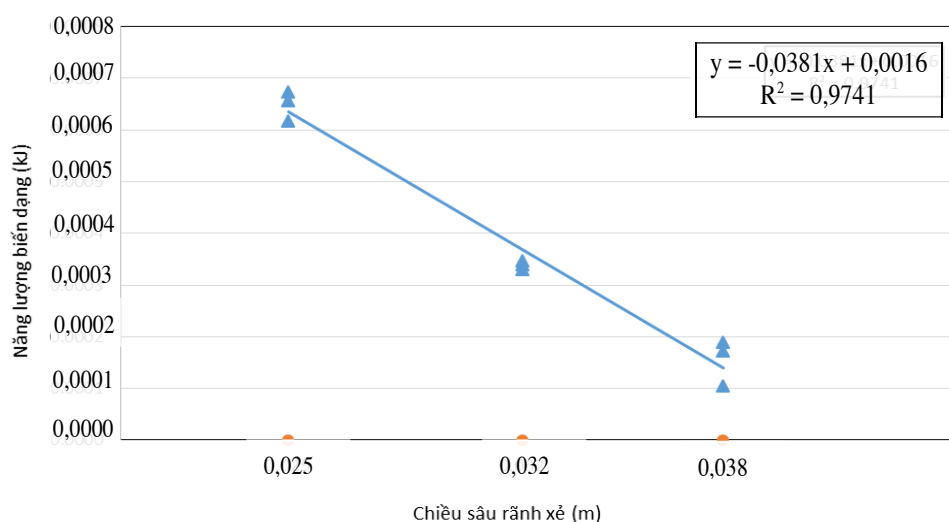
Để đánh giá ứng xử nứt của BTNP 12,5 và SMA-V 12,5, thí nghiệm uốn trên mẫu bán nguyệt (SCB) được tiến hành theo hướng dẫn của tiêu chuẩn ASTM D8044-16. Mẫu thử được chế bị với độ rỗng dư 7%. Mẫu thử có dạng bán nguyệt với chiều cao $h = 57 \text{ mm}$ và đường kính $D = 150 \text{ mm}$. Mẫu được xẻ rãnh với các độ sâu lần lượt là 38 mm, 32 mm và 25 mm; bề rộng rãnh xẻ nhỏ hơn 3,5 mm (Hình 14). Mẫu sau khi tạo hình được bảo dưỡng 7 ngày ở nhiệt độ phòng (25°C). Trước khi thử nghiệm, đặt mẫu trong tủ ổn nhiệt ở 25°C trong vòng 2 giờ.



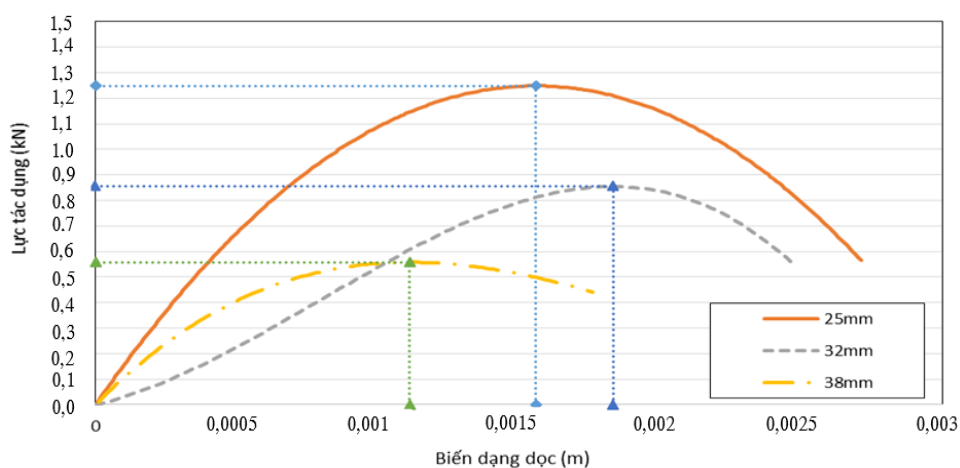
Hình 14. Xác định độ bền nứt bằng mẫu dầm bán nguyệt (SCB test).



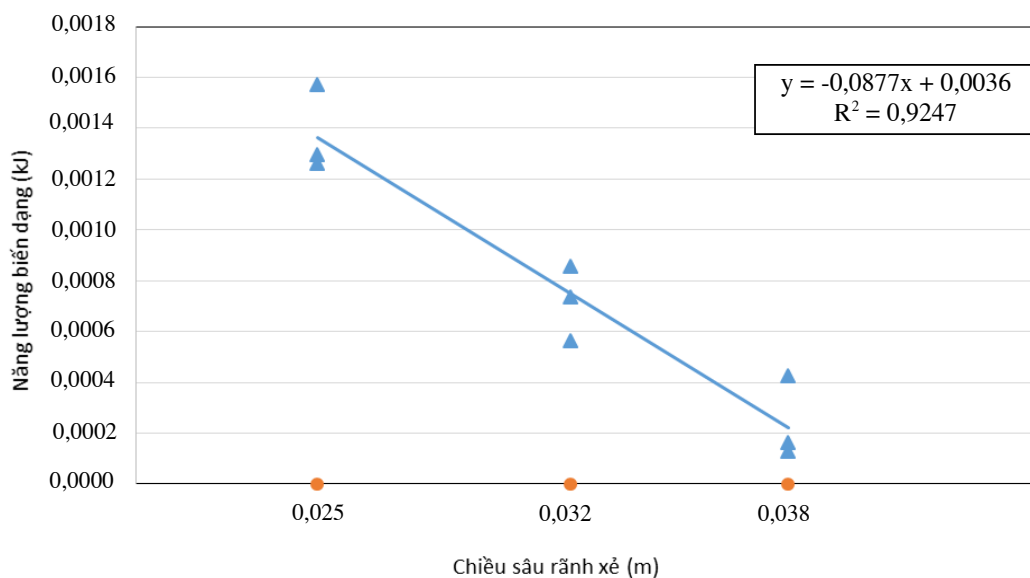
Hình 15. Biểu đồ thể hiện quan hệ giữa lực và biến dạng của BTNP 12,5.



Hình 16. Quan hệ giữa năng lượng biến dạng và độ sâu rãnh xẻ của hỗn hợp BTNP 12,5.



Hình 17. Biểu đồ thể hiện quan hệ giữa lực và biến dạng của mẫu SMA-V 12,5.



Hình 18. Quan hệ giữa năng lượng biến dạng và độ sâu rãnh xẻ của hỗn hợp SMA-V 12,5.

Dựa trên biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa năng lượng biến dạng và độ sâu xẻ rãnh, mức hao tán năng lượng biến dạng tới hạn (J_c) được xác định thông qua công thức (1)

$$J_c = \frac{-1}{b} \times \left(\frac{du}{da} \right) \quad (\text{kJ/m}^2) \quad (1)$$

Trong đó:

b: Chiều dày mẫu (m)

$\left(\frac{du}{da} \right)$: Hệ số góc của đường hồi quy

Với chiều dày mẫu 57 mm kết hợp dữ liệu từ các biểu đồ trong Hình 16 và Hình 18 cùng công thức (1), mức hao tán năng lượng biến dạng tới hạn (J_c) của BTNP 12,5 và SMA-V 12,5 được tính toán lần lượt là 0,6684 kJ/m² và 1,5386 kJ/m². Kết quả này cho thấy SMA-V 12,5 có khả năng chống nứt cao hơn đáng kể, cụ thể là gấp khoảng 2,3 lần hỗn hợp BTNP 12,5.

3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Dựa trên các kết quả thí nghiệm đã được phân tích thống kê với độ tin cậy 95%, nhóm nghiên cứu đưa ra một số kết luận và kiến nghị như sau:

- Hỗn hợp SMA có sử dụng phụ gia sợi cellulose Viatop Premium với tỷ lệ 0,3% tính theo khối lượng hỗn hợp (SMA-V 12,5), có độ chảy nhựa chỉ ở mức 0,1 tức chỉ bằng một phần ba giới hạn tối đa cho phép theo quy định tại TCCS 36. Kết quả này cho thấy phụ gia sợi cellulose đóng vai trò rõ rệt trong việc hạn chế hiện tượng chảy nhựa, góp phần nâng cao tính ổn định của hỗn hợp SMA trong cả giai đoạn thi công và khai thác.
- Mặc dù hỗn hợp SMA-V 12,5 có giá trị cường độ kéo gián tiếp (ITS) thấp hơn so với BTNP 12,5, nhưng lại thể hiện khả năng chống ẩm tốt hơn. Chỉ số duy trì cường độ trong điều kiện ẩm ướt – thể hiện qua chỉ số TSR – của SMA-V 12,5 đạt 89,96%, cao hơn so với BTNP 12,5 là 87,14%. Kết quả này cho thấy SMA-V 12,5 có khả năng chống suy giảm cường độ do tác động của độ ẩm tốt hơn.
- Hỗn hợp SMA-V 12,5 thể hiện tính năng vượt trội so với hỗn hợp BTNP 12,5 qua các chỉ tiêu đánh giá chính. Cụ thể, SMA-V 12,5 có khả năng chống hằn lún tốt hơn dưới tác dụng tải trọng lặp từ phương tiện giao thông, với cả chiều sâu và tốc độ phát triển hằn lún đều thấp hơn. Khả năng chống nứt của hỗn hợp này cũng cao hơn rõ rệt, gấp khoảng 2,3 hỗn hợp BTNP 12,5. Về cường độ chịu kéo – uốn, mặc dù sự chênh lệch giữa hai hỗn hợp chưa đạt mức có ý nghĩa thống kê tại độ tin cậy 95%, SMA-V 12,5 vẫn thể hiện xu hướng cải thiện khả năng chịu kéo - uốn so với BTNP 12,5.
- Kết quả nghiên cứu cho thấy việc bổ sung phụ gia sợi cellulose Viatop Premium vào hỗn hợp SMA là một giải pháp hữu hiệu nhằm cải thiện hiệu suất và độ bền của mặt đường. Với các đặc tính cơ học ưu việt cùng khả năng chống lại các dạng hư hỏng thông thường, SMA-V 12,5 được đánh giá là lựa chọn tiềm năng cho các tuyến đường chịu tải trọng lớn, phù hợp với điều kiện khai thác thực tế tại Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo (MoET) trong Đề tài mã số B2024-GHA-07. Tác giả xin chân thành cảm ơn trung tâm KHCN, phòng thí nghiệm bộ môn Vật liệu xây dựng trường ĐH GTVT đã hỗ trợ trong quá trình thực hiện nghiên cứu thực nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Khoa học và Công nghệ, TCVN 13567 - 1: 2022, Lớp mặt đường bằng hỗn hợp nhựa nóng – Thi công và nghiệm thu – Bê tông nhựa chặt sử dụng nhựa đường thông thường, 2022.
- [2]. Tổng cục Đường bộ Việt Nam, TCCS 36 – 2022, Lớp mặt đường bằng hỗn hợp đá vữa nhựa (SMA) – Thi công và nghiệm thu, 2021.
- [3]. E.R.Brown, Evaluation of SMA used in Michigan, National Center for Asphalt Technology, Report Number, 93 (1992).
- [4]. E. R. Brown, L.A. Cooley, Designing Stone Matrix Asphalt Mixtures for Rut-Resistant Pavements, NCHRP Report 425, Transportation Research Board, 1999.
- [5]. E. R. Brown, J. E. Haddock, R. B. Mallick, A. L. Todd, Development of a Mixture Design Procedure for Stone Matrix Asphalt (SMA), NCAT Report No. 97-3, 1997.
- [6]. National Asphalt Pavement Association, Designing and constructing SMA mixtures-state-of-the-practice, quality improvement series 122, 2002. <https://go.asphaltpavement.org/designing-and-constructing-sma-mixtures-state-of-the-practice-lp>
- [7]. BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung), Richtlinie fuer die Standardisierung des Oberbautes von Verkehrsfaechen, RStO 1986 & 2001.
- [8]. Krzysztof Blazejowski, Stone Matrix Asphalt, Theory and Practice, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011.
- [9]. Sepehr Saedi, Seref Oruc, The Influence of SBS, Viatop Premium and FRP on the Improvement of Stone Mastic Asphalt Performance, Fibers, 8 (2020) 20. <https://doi.org/10.3390/fib8040020>
- [10]. Trần Danh Hội, Nghiên cứu hỗn hợp đá – nhựa nóng cường độ cao dùng trong kết cấu mặt đường ô tô cấp cao ở Việt Nam, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học GTVT, Việt Nam, 2019.
- [11]. Nguyễn Ngọc Lân, Nghiên cứu thiết kế thành phần Stone Mastic asphalts (SMA) cho kết cấu mặt đường ô tô ở Việt Nam, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, Trường Đại học GTVT, Việt Nam, 2011.
- [12]. Nguyễn Xuân Nguyên, Nghiên cứu đánh giá công nghệ sử dụng SMA làm lớp mặt trên kết cấu áo đường ở Việt Nam, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, Trường Đại học GTVT, Việt Nam, 2016.
- [13]. Cù Việt Hùng, Nguyễn Quang Phúc, Lương Xuân Chiêu, Trần Danh Hội, Nghiên cứu thực nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của hỗn hợp đá vữa nhựa (SMA) sử dụng phụ gia sơ dừa ở Việt Nam, Tạp chí GTVT (2021) 67-71.
- [14]. Công ty CPTVXDCTGT 5, Báo cáo kết quả thiết kế hỗn hợp đá vữa asphalt SMA 9,5 cho mặt cầu Thuận Phước, Đà Nẵng, 2009.
- [15]. Yukio Fukui, Báo cáo kết quả thiết kế hỗn hợp đá vữa asphalt SMA 13 và SMA 5 cho mặt cầu Cần Thơ, Cần Thơ, 2009.
- [16]. Bộ Khoa học và Công nghệ, TCVN 13567 - 2: 2022, Lớp mặt đường bằng hỗn hợp nhựa nóng – Thi công và nghiệm thu – Bê tông nhựa chặt sử dụng nhựa đường polime, 2022.
- [17]. Bộ Khoa học và Công nghệ, TCVN 11193: 2021, Nhựa đường Polime – Yêu cầu kỹ thuật, 2021.