

NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG HỖN HỢP ĐÁ DẶM VỮA NHỰA TRONG XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG TẠI VIỆT NAM

Nguyễn Huỳnh Tấn Tài⁽¹⁾, Trần Thiện Nhân⁽²⁾

⁽¹⁾ Trường Đại học Thủ Dầu Một; ⁽²⁾ Công ty Cổ phần Đầu tư Xây dựng BMT

Ngày nhận 29/12/2016; Chấp nhận đăng 29/01/2017; Email: nhanntt@bmt-rnd.vn

Tóm tắt

Để giảm vết hằn lún bánh xe xét trên khía cạnh hỗn hợp bê tông nhựa, bên cạnh việc sử dụng các loại nhựa đường có cấp cao hơn hoặc nhựa biến tính thì thành phần hỗn hợp bê tông nhựa cũng cần được cải tiến. Hỗn hợp đá dăm vữa nhựa (stone mastic asphalt) được các nước trên thế giới nghiên cứu, chứng minh khả năng chống lún vết bánh và nứt do mỏi nhờ vào bộ khung chịu lực gồm các hạt cốt liệu lớn và hàm lượng nhựa cao. Ở Việt Nam hiện nay vẫn chưa có những tiêu chuẩn hay hướng dẫn thiết kế, thi công và nghiệm thu loại hỗn hợp này. Bài báo này sẽ giới thiệu kết quả nghiên cứu về cấp phối, các chỉ tiêu cơ học và khả năng chống hằn lún của hỗn hợp đá dăm vữa nhựa.

Từ khóa: hỗn hợp, đá dăm nhựa, sợi cellulose, độ chảy, hằn lún, nứt do mỏi

Abstract

LABORATORY STUDY FOR THE USE OF STONE MASTIC ASPHALT IN VIETNAM

In order to reduce the rutting phenomenon of pavement in the view of enhancing the performance of asphalt concrete, we should not only utilise higher levels of bitumen or modified bitumen, but also alter aggregate gradation in the conventional mixture. Stone Mastic Asphalt has been demonstrated its rutting and fatigue resistance through researches in a variety countries in the world, this is due to its unique structure of aggregate and higher percentage of bitumen. Nonetheless, Vietnam have had neither specification, nor references of design, construction and inspection for this kind of material. This paper intend to introduces gradation curves, results of machedanical properties and rutting resistance of stone mastic asphalt.

1. Giới thiệu

Hỗn hợp đá dăm vữa nhựa (stone mastic asphalt - SMA) được phát minh bởi tiến sỹ Zichner vào giữa thập niên 1960 với mục tiêu ban đầu là hạn chế những hư hỏng mặt đường do bánh xe gấn đính (giảm bong tróc mặt đường) và nâng cao tuổi thọ của mặt đường [2]. SMA đã được nghiên cứu và phát triển hơn 30 năm như một loại vật liệu tối ưu để chống lại các biến dạng vĩnh cửu của mặt đường bê tông nhựa. Hiện nay, hỗn hợp SMA được sử dụng rộng rãi ở châu Âu và Mỹ [1].

Trong [3] Zichner chỉ ra rằng với sự chèn móc của cốt liệu thô hình thành một bộ khung vững chắc chống lại sự mài mòn và bong tróc mặt đường. Sau các nghiên cứu thực tế, ông quyết định hỗn hợp SMA được thiết kế với 4 thành phần cốt liệu chính như sau (i) cốt liệu thô

5/8mm ~70%, (ii) cốt liệu mịn 0/2mm ~12%, (iii) bột khoáng ~10.5%, (iv) nhựa đường (bitum) ~7.5%. Sự thiếu hụt thành phần cốt liệu 2/5 mm tạo nên cấp phối hỗn hợp SMA gián đoạn. Hỗn hợp được [3] đặt tên: Mastimac cho lớp mặt đường có chiều dày 2-3cm, và Mastiphalt cho lớp mặt đường có chiều dày hơn 3cm.

Những ứng dụng ban đầu về loại mặt đường Mastimac được công ty Strabag/Deutag Consortium (Đức) thực hiện thử nghiệm trong các công trình thử nghiệm nội bộ. Sau đó, công ty này xây dựng các đường dân sinh vào 7/1968 ở Wilhelmshaven (Đức) cho những kết quả rất khả quan [4]. Về sau, các nghiên cứu chứng minh được nhiều ưu điểm vượt trội về khả năng kháng hằn lún của loại cấp phối này nhờ vào: nguyên tắc của hỗn hợp SMA truyền tải trọng giữa cốt liệu thô với nhau, các hạt cốt liệu lớn dựa trên tính chất góc cạnh chèn móc tốt hình thành nên bộ khung chịu lực [2]. Nếu hỗn hợp không được phối trộn hợp lý sẽ không tạo ra các điểm tiếp xúc giữa cốt liệu thô, vữa nhựa sẽ làm gián đoạn quá trình truyền lực. Vữa nhựa với hàm lượng lớn khoảng 20-25% hỗn hợp, trong đó bitum chiếm hơn 6.0% đóng vai trò liên kết cốt liệu và chèn vào pha rỗng do cốt liệu lớn tạo ra. Chất phụ gia ổn định được thêm vào với hàm lượng phù hợp để giữ bitum không bị chảy ở nhiệt độ cao trong quá trình trộn, vận chuyển, trải thảm và lu lèn [5]. Ngoài ra, nhờ hàm lượng bitum lớn hỗn hợp SMA hạn chế được hiện tượng nứt do môi. Do đó, tuổi thọ của mặt đường sử dụng hỗn hợp SMA tăng lên.

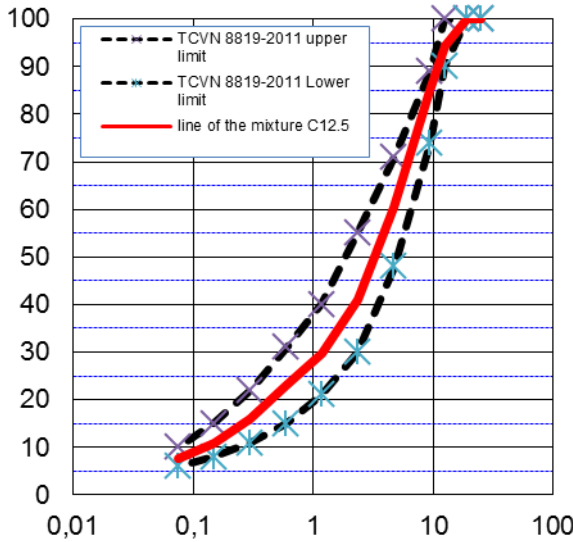
Theo [2] hỗn hợp SMA có những ưu điểm: độ bền của mặt đường tương đối cao; hạn chế được hiện tượng hằn lún vệt bánh xe; tăng tuổi thọ môi mặt đường; giảm được tiếng ồn... Ngoài ra, ông cũng cho rằng hỗn hợp SMA tồn tại những nhược điểm: khả năng chống trượt bánh xe thấp; giá thành của hỗn hợp SMA cao hơn so với bê tông nhựa truyền thống; dễ hình thành các đốm nhựa trên mặt đường nếu quá trình thiết kế, sản xuất và thi công không tuân theo những yêu cầu cần thiết như hàm lượng bitum, hàm lượng phụ gia cellulose, nhiệt độ hỗn hợp...

Ở Việt Nam hằn lún vệt bánh xe là một dạng hư hỏng kết cấu mặt đường phổ biến, do tác dụng của tải trọng lặp. Ngành giao thông đã đưa ra ba nhóm giải pháp chính là: (i) nâng cao chất lượng của mặt đường, (ii) đảm bảo quá trình thi công và nghiệm thu công trình đường đúng theo quy trình và (iii) kiểm soát tải trọng xe lưu thông trên đường. Tương ứng đặc điểm địa chất, vật liệu cũng như lưu lượng giao thông đặc thù của từng công trình đường mà các giải pháp sẽ được kết hợp để đảm bảo khả năng chống hằn lún và mang lại hiệu quả kinh tế. Nằm trong nhóm thứ nhất, bên cạnh các giải pháp về xử lý nền đất yếu, sử dụng các loại bitum có cấp cao hơn hoặc bitum biến tính thì thành phần hỗn hợp bê tông nhựa cũng cần được cải tiến để đáp ứng các yêu cầu về nâng cao tuổi thọ của mặt đường. Hỗn hợp đá dăm vữa nhựa được các nước trên thế giới nghiên cứu, chứng minh khả năng chống lún vệt bánh xe và nứt do môi. Tuy vậy, ở Việt Nam hiện nay vẫn chưa có những tiêu chuẩn hay hướng dẫn thiết kế, thi công và nghiệm thu loại hỗn hợp này. Nghiên cứu của chúng tôi nhằm cung cấp một số kết quả về tính chất cơ học của loại hỗn hợp mới này và chứng minh khả năng chống vệt hằn bánh xe của hỗn hợp SMA tốt hơn so với sử dụng hỗn hợp bê tông nhựa chặt truyền thống.

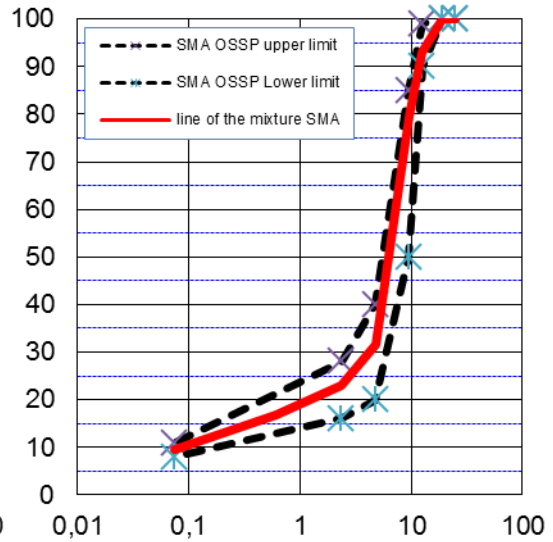
2. Vật liệu và phương pháp

2.1. Vật liệu

Đề tài thiết kế hỗn hợp bê tông nhựa chặt truyền thống C12.5 (BTNC C12.5) với đường bao cấp phối theo [6] như hình 1, và hỗn hợp SMA C12.5 nằm trong miền cấp phối của tiêu chuẩn [7] như hình 2.



Hình 1. Đường cong logarit cấp phối thiết kế hỗn hợp C12.5 [6]



Hình 2. Đường cong logarit cấp phối thiết kế hỗn hợp SMA [7]

Cốt liệu sử dụng trong đề tài được lấy từ mỏ đá Tân Đông Hiệp, tỉnh Bình Dương trải qua giai đoạn vo tạo góc cạnh. Vì ưu điểm chính của cấp phối hỗn hợp SMA dựa trên quá trình truyền lực thông qua bộ khung vững chắc, nên cốt liệu thô phải có sự liên kết chèn móc tốt với nhau. Điều này đạt được khi hạt cốt liệu góc cạnh và có số lượng mặt tiếp xúc lớn. Do đó, một trong những chỉ số quan trọng nhất khi đánh giá cốt liệu sử dụng cho hỗn hợp SMA đó là độ mài mòn Los Angeles. Bảng 1 cung cấp tính chất của cốt liệu được sử dụng trong đề tài.

Bảng 1. Các chỉ tiêu cơ bản của cốt liệu thô

Chỉ tiêu đánh giá cốt liệu	Trong đề tài	Hoa Kỳ (*)	Đức (**)	Việt Nam (***)
Độ mài mòn Los Angeles (%)	<17.00	≤30.00	≤20.00	≤28.00
Hàm lượng hạt toai dẹt (%)	<6.00	≤20.00	≤18.00	≤15.00
Cường độ đá gốc (MPa)	130.00	-	-	≥100.00
Độ hút nước (%)	0.27	≤2.00	≤2.00	

Nguồn: (*) Table 1: Coarse Aggregate Quality Requirements [8], (**) 2.2.9 Widerstand gegen Zertrümmerung [9], (***) Bảng 5: Các chỉ tiêu cơ lý cho đá dăm [6]

Chất kết dính bitum sử dụng trong hỗn hợp SMA với hàm lượng lớn hơn so với trong bê tông nhựa truyền thống. Thành phần bột khoáng có tỷ lệ lớn phối hợp với bitum để tạo hỗn hợp vữa nhựa chèn lỗ rỗng do các hạt cốt liệu lớn tạo ra. Hàm lượng bitum trong vữa nhựa, cũng như hàm lượng vữa nhựa trong hỗn hợp SMA đóng vai trò quan trọng. Nếu thiếu lượng vữa nhựa cần thiết, liên kết giữa các hạt cốt liệu không được bền. Nếu dư thừa vữa nhựa, các hạt cốt liệu sẽ bị đẩy ra xa khỏi liên kết. Đề tài chọn loại bitum cải tiến với hàm lượng 6.4% so với hỗn hợp có các thông số: chỉ số kim lún ở 25⁰C là 49.5 (0.1mm), nhiệt độ hóa mềm là 90⁰C và độ nhớt Brookfeild ở 135⁰C là 3,1 Pa.s theo hướng dẫn thí nghiệm [10].

Hàm lượng bitum trong hỗn hợp SMA tương đối lớn so với bê tông nhựa truyền thống. Chất phụ gia ổn định cellulose CFF TOPCEL được thêm vào với hàm lượng 0.3% theo [11] để giải quyết hiện tượng chảy bittum ra khỏi hỗn hợp vữa (hiện tượng chảy nhựa). Hiện tượng này có thể xảy ra trong quá trình sản xuất, vận chuyển hỗn hợp tới công trường và trong quá trình lu

lên ở nhiệt độ hỗn hợp cao. Hiện tượng chảy nhựa có thể dẫn đến thiếu bitum cho liên kết cốt liệu ở điều kiện khai thác.

2.2. Phương pháp thí nghiệm

Mẫu được chế tạo theo phương pháp Marshall tiêu chuẩn có chiều cao 63.5mm, đường kính 101.6mm. Số chày đầm trên mẫu là 2x75 (chày). Hàm lượng bi-tum tối ưu được xác định thông qua các chỉ tiêu về độ rỗng dư, độ rỗng cốt liệu, độ chảy nhựa, độ ổn định Marshall, độ dẻo, cường độ chịu kéo gián tiếp... Thực hiện thí nghiệm và so sánh trên 2 loại hỗn hợp khác nhau: hỗn hợp SMA và hỗn hợp bê tông nhựa chặt truyền thống C12.5. Từ những kết quả đó, chúng tôi lựa chọn cấp phối tối ưu của 2 loại hỗn hợp trên cho thí nghiệm hằn lún vết bánh xe.

Thí nghiệm hằn lún vết bánh xe theo [12] đánh giá khả năng chống vết hằn bánh xe của vật liệu bê tông nhựa thông qua thiết bị HWTD (Hamburg Wheel Tracking Test Device). Lựa chọn điều kiện thí nghiệm cho mẫu của 2 hỗn hợp là: nhiệt độ thí nghiệm 60°C trong môi trường không khí, thời gian ủ nhiệt mẫu ở 60°C trước khi tiến hành thí nghiệm là 240 phút và số lượt tác dụng của bánh xe có áp lực 0.7 MPa là 40.000 lượt. Tổng thời gian để thí nghiệm hoàn thành là khoảng 16 giờ 30 phút. Kết quả thu được ở dạng biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa lượt tác dụng (cycles) và độ lún (mm). Độ sâu vết hằn lún bánh xe và độ dốc ở 10,000 lượt tác dụng cuối của 2 mẫu sử dụng hỗn hợp SMA và BTNC sẽ được so sánh và đánh giá.

3. Kết quả

Sau khi thực hiện đánh giá các chỉ tiêu trên mẫu Marshall bao gồm độ rỗng dư, độ ổn định Marshall và cường độ chịu ép chẻ ở nhiệt độ 25°C... Chọn hàm lượng bitum tối ưu đối với hỗn hợp SMA là 6.4% và hỗn hợp bê tông nhựa chặt truyền thống là 5.0%. Các kết quả về chỉ tiêu cơ lý của hai hỗn hợp tương ứng với hai hàm lượng bi-tum tối ưu được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả các chỉ tiêu cơ lý của hàm lượng bi-tum tối ưu theo phương pháp thiết kế Marshall của hỗn hợp SMA và hỗn hợp BTNC C12.5

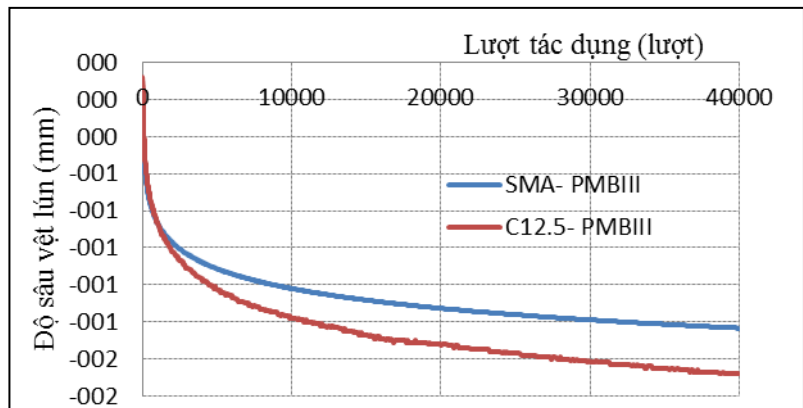
Chỉ tiêu kỹ thuật của hỗn hợp	SMA trong Yêu cầu SMA		C12.5 Yêu cầu C12.5	
	đề tài	(*)	trong đề tài	(**)
Hàm lượng bi-tum tối ưu theo hỗn hợp (%)	6.40	≥6.00	5.00	5.00-6.00
Khối lượng thể tích của mẫu đầm (g/cm ³)	2.33	-	2.41	-
Khối lượng riêng hỗn hợp BTN rời (g/cm ³)	2.44	-	2.54	-
Độ rỗng dư của mẫu Marshall (%)	4.31	3.00-4.50	5.21	3.00-6.00
Độ rỗng của hỗn hợp cốt liệu (%)	18.75	≥17.00 (Mỹ)	15.32	≥14.00
Độ ổn định Marshall (kN)	11.88	≥6.00 (Czech)	21.26	≥8.00
Độ dẻo Marshall (mm)	2.77		2.95	2.00÷4.00
Cường độ ép chẻ của mẫu Marshall (Mpa)	1.03		1.82	-
Độ chảy nhựa tại nhiệt độ trộn 160°C (%)	0.01	≤0.30	-	-
Độ lún vết hằn bánh xe sau 40.000 lượt tác dụng ở 60°C (mm)	1.43 (2.38%)	<5.00%	1.68 (2.80%)	-
Độ dốc trong 10.000 lượt tác dụng cuối (x10 ⁻¹)/1000 chu kỳ	0.08		0.14	-

Nguồn: (*) Chapter 5: Requirement for SMA [2], (**) Bảng 3: Các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu với bê tông nhựa chặt [6]

Kết quả hằn lún vết bánh xe sau khi thí nghiệm mẫu sử dụng hỗn hợp SMA và mẫu sử dụng hỗn hợp BTNC C12.5 được thể hiện ở hình 3 dưới đây. Thí nghiệm được thực hiện trong

điều kiện môi trường không khí ở nhiệt độ 60⁰C. Độ lún của mẫu sử dụng hỗn hợp SMA là 1.43 mm, trong khi đó chỉ số này của mẫu sử dụng hỗn hợp BTNC C12.5 là 1.68mm.

Hình 3. Kết quả thí nghiệm độ sâu vết lún hằn bánh xe được thực hiện trong môi trường không khí, nhiệt độ 60⁰C của hỗn hợp SMA (SMA-PMBIII) và BTNC C12.5 (C12.5-PMBIII).



4. Kết quả

Từ bảng kết quả các chỉ tiêu cơ học của hai loại hỗn hợp bê tông nhựa chặt thiết kế theo đường cấp phối liên tục theo tiêu chuẩn [6] và hỗn hợp được thiết kế theo miền cấp phối SMA theo tiêu chuẩn [7]. Chúng tôi thấy rằng hỗn hợp BTNC C12.5 có các chỉ số về cơ học vượt trội so với hỗn hợp SMA, như độ ổn định Marshall gấp gần 2 lần (21.26 KN so với 11.88 KN), cường độ chịu ép chẻ (1.82 MPa của hỗn hợp BTNC C12.5 và 1.03MPa của hỗn hợp SMA). Tuy nhiên, độ sâu hằn lún vết bánh xe ở cùng một điều kiện thí nghiệm thì hỗn hợp SMA lại thể hiện sự vượt trội. Cụ thể, độ sâu vết hằn lún bánh xe sau 40.000 lượt tác dụng của mẫu chế tạo từ hỗn hợp SMA là 1.43mm với độ dốc trong 10.000 lượt tác dụng cuối là 0.008mm/1000 chu kỳ, trong khi đó độ lún của mẫu của hỗn hợp C12.5 là 1.68mm và độ dốc là 0.014mm/1000 chu kỳ. Như vậy, tuy được được thiết kế với hàm lượng bi-tum cao hơn so với hỗn hợp bê tông nhựa chặt thông thường (6.4% theo hỗn hợp so với 5.0%), nhưng hỗn hợp SMA vẫn có khả năng kháng lún tốt hơn. Điều này chứng minh được ưu điểm của thành phần cốt liệu của hỗn hợp SMA trong việc hạn chế được biến dạng vĩnh viễn. Nói cách khác, cấp phối gián đoạn được thiết kế trong miền cấp phối SMA, có bộ khung là các hạt cốt liệu được sắp xếp và chèn móc, có khả năng kháng hằn lún do áp lực bánh xe tốt hơn so với cấp phối liên tục chịu áp lực bánh xe dựa trên cơ sở là độ cứng của hỗn hợp vữa nhựa.

Nghiên cứu này còn hạn chế về việc đánh giá khả năng kháng lún vết bánh xe của hỗn hợp SMA với sự kết hợp với các loại bitum khác. Nhóm tác giả chỉ đánh giá tính chất của hỗn hợp này với loại bitum polimer cải tiến. Nghiên cứu cũng còn thiếu những đánh giá về mức độ kháng nứt do môi của loại hỗn hợp này (một tính chất được cho là một trong những ưu điểm chính của hỗn hợp SMA). Trong mục tiêu giới hạn của đề tài, chúng tôi chỉ ra được tính hiệu quả về kháng lún của hỗn hợp SMA so với với cấp phối truyền thống.

5. Kết luận

Những khác biệt về thành phần cốt liệu trong hỗn hợp đã ảnh hưởng đến tính chất cơ học và khả năng hạn chế vết hằn bánh xe. Hỗn hợp hình thành bộ khung bao gồm các hạt cốt liệu lớn liên kết với nhau có khả năng hạn chế được vết lún do áp lực bánh xe tốt hơn so với hỗn hợp bê tông nhựa chặt truyền thống. Hỗn hợp bê tông vữa nhựa (hỗn hợp SMA) cần được đánh giá khả năng chống hằn lún do áp lực bánh xe ở nhiều loại bitum khác nhau. Điều này sẽ củng

có thêm cho kết luận về tính chất kháng lún của loại hỗn hợp sử dụng đường cong cấp phối gián đoạn. Ngoài ra, khả năng kháng nứt do mỏi của SMA cũng cần được đánh giá để có cái nhìn đầy đủ hơn về khả năng của loại hỗn hợp này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] SPEC 49 (2009), *Specification 49: Stone Mastic Asphalt for Airfield*, Ministry of Defence in the UK.
- [2] Blazejowski, K. (2011), *Stone Matrix Asphalt, Theory and Practice*, USA: Taylor & Francis Group.
- [3] Zichner, G. (1971), *Wearing courses of stone and mastic on pavements*, US Patent No. 3797951.
- [4] Rettenmaier. (2009), *The first mastic treatment*.http://www.sma-aviatop.com/SMAviatop_engl/sma_entwicklung/mastixbehand.shtml?navid=17 (accessed November 10 2009).
- [5] Drüschner, L., & Schäfer, V. (2005), *Stone Mastic Asphalt*, German Asphalt Association.
- [6] TCVN-8819. (2011). *Mặt đường bê tông nhựa nóng-Yêu cầu thi công và nghiệm thu*, Bộ Giao thông Vận tải.
- [7] OPSS (2004), *Material specification for Superpave and Stone Mastic Asphalt Mixture*, Ontario Provincial Standard Specifications.
- [8] AASHTO-M325 (2008), *Stone Matrix Asphalt*, American Association of State Highway and Transportation Officials
- [9] Köln (2004), *Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau*, Ausgabe 2004 (in German) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV, TL Gestein StB 04.
- [10] 22 TCN 279 (2011), *Tiêu chuẩn vật liệu nhựa đường đặc*, Bộ Giao thông Vận tải.
- [11] CFF (2011), *Stone Mastic Asphalt in the Technical Regulations*, CFF GmbH & Co.
- [12] EN 12697-22 (2007), *Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt, Part 22 Wheel tracking*. European Committee for Standardization.