

NGHIÊN CỨU SỰ PHÙ HỢP CỦA CẤP PHỐI VẬT LIỆU ÁO ĐƯỜNG BÊ TÔNG NHỰA TRONG ĐIỀU KIỆN THỜI TIẾT CỰC ĐOAN KHU VỰC BẮC TRUNG BỘ

Phạm Việt Hùng^{a,*}, Nguyễn Hoàng Giang^b

^a*Khoa Cơ khí – Công nghệ, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, 102 đường Phùng Hưng, thành phố Huế, tỉnh Thừa Thiên Huế, Việt Nam*

^b*Khoa Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng, 55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 16/04/2018, Sửa xong 06/11/2018, Chấp nhận đăng 14/11/2018

Tóm tắt

Hiện tượng suy giảm nhanh cường độ mặt đường bê tông nhựa quy mô giao thông lớn những năm vừa qua trên cả nước nói chung và khu vực Bắc Trung Bộ nói riêng đặt ra nhu cầu cấp thiết cần nghiên cứu một cách toàn diện các yếu tố ảnh hưởng đến ứng xử của kết cấu mặt đường bê tông nhựa theo điều kiện thời tiết từng khu vực. Một trong các yếu tố đó là ảnh hưởng của cấp phối vật liệu lớp mặt đường bê tông đường nhựa trong điều kiện thời tiết cực đoan tại khu vực. Mặc dù có những văn bản hướng dẫn mới của Bộ Giao thông Vận tải về cấu tạo lớp mặt đường bê tông nhựa nhằm ngăn ngừa hiện tượng suy giảm cường độ nhanh nêu trên nhưng vẫn tồn tại nhiều ý kiến tranh luận vấn đề này. Bằng phương pháp thực nghiệm, bài báo sẽ cung cấp các dẫn chứng cho thấy tính phù hợp của cấp phối bê tông nhựa trong điều kiện thời tiết cực đoan khu vực Bắc Trung Bộ. Kết quả là cơ sở khoa học giúp các cơ quan quản lý, các đơn vị thiết kế, thi công đường bê tông nhựa tham khảo.

Từ khoá: bê tông nhựa; cấp phối bê tông nhựa; nhiệt độ; độ ẩm.

STUDY ON PROPER ASPHALT CONCRETE MIXTURE IN THE EXTREME WEATHER CONDITIONS OF THE NORTH CENTRAL REGION

Abstract

The phenomenon of rapid deterioration of asphalt pavement subjected to heavy traffic volume in recent years in Vietnam in general and in the North Central Region of the country in particular has made the urgent need to study comprehensively the factors affecting the behavior of asphalt concrete surface according to weather conditions in each region. One of the factors is the effect of asphalt concrete gradation. Despite the recent guidelines issued by the Ministry of Transportation on the construction of asphaltic concrete pavement in order to prevent the prerementioned rapid deterioration, there are still controversy arguments. By experiment research, the paper will provide evidence that the proper asphalt gradation adapts to extreme environmental conditions in the North Central. The result is a scientific basis that helps regulatory agencies, design and construction firms make asphalt concrete reference and make the right decisions.

Keywords: asphalt concrete; gradation; temperature; moisture.

[https://doi.org/10.31814/stce.nuce2018-12\(7\)-08](https://doi.org/10.31814/stce.nuce2018-12(7)-08) © 2018 Trường Đại học Xây dựng (NUCE)

*Tác giả chính. Địa chỉ e-mail: phamviethung@huaf.edu.vn (Hùng, P. V.)

1. Giới thiệu

Áo đường mềm (ADM) sử dụng vật liệu bê tông nhựa chặt (BTNC) là loại kết cấu mặt đường có nhiều ưu điểm, được sử dụng phổ biến ở Việt Nam với diện tích mặt đường BTNC chiếm khoảng 90% tổng diện tích mặt đường các loại [1]. BTNC là loại vật liệu có tính chất đàn hồi nhiệt nên rất nhạy cảm với điều kiện môi trường do tính chất đặc trưng của thành phần vật liệu nhựa đường có tính ổn định nhiệt và liên kết với cốt liệu kém khi chịu tác động của nước hoặc hơi ẩm [2]. Theo đó, cường độ chịu nén và chịu cắt của ADM suy giảm khi nhiệt độ môi trường tăng cao vượt xa ngưỡng điều kiện bất lợi nhất theo tiêu chuẩn thiết kế quy định. Chất lượng bề mặt ADM cũng thay đổi đáng kể như hiện tượng mất mát vật liệu (bong tróc, ổ gà) thường xuất hiện với tần suất cao trong điều kiện mưa dài ngày, lưu lượng tải trọng trục xe lớn [3]. Do hiện tượng giảm khả năng bám dính của vật liệu (giữa các phân tử nhựa đường với nhau, nhựa đường với cốt liệu), khả năng thoát nước mặt đường kém làm áp lực nước đọng mặt đường tăng cao, dưới tác dụng tải trọng trục xe gây phá vỡ liên kết bề mặt. Các hiện tượng trên đều có liên quan trực tiếp đến đặc điểm cấp phối lớp áo đường cả về mặt cường độ và đặc điểm bề mặt đường. Do đó, nghiên cứu ứng xử của cấp phối lớp mặt trong điều kiện thời tiết bất thường là cần thiết, đặc biệt trong điều kiện tiêu chuẩn thiết kế, thi công và nghiệm thu ADM ở nước ta chưa có nghiên cứu và điều chỉnh đầy đủ khi điều kiện áp dụng thực tế từng khu vực đang thay đổi rất khác biệt với quy định trong tiêu chuẩn thiết kế và thi công.

2. Tổng quan vấn đề nghiên cứu

2.1. Thực trạng biến đổi điều kiện làm việc bất lợi của ADM

Xét đến các điều kiện nhiệt ẩm, mùa hè là thời kỳ bất lợi vì mưa nhiều và nhiệt độ tăng mặt cao. Do vậy khi tính toán cường độ theo tiêu chuẩn độ võng đàn hồi, chỉ tiêu của BTNC và các loại hỗn hợp đá trộn nhựa được lấy tương ứng với nhiệt độ tính toán là 30°C. Khi tính toán theo điều kiện cân bằng trượt thì nhiệt độ tính toán của bê tông nhựa và các loại hỗn hợp đá nhựa nằm phía dưới vẫn lấy bằng 30°C, riêng lớp mặt trên cùng lấy bằng 60°C [4].

Thực tế những năm gần đây, nhiều đoạn tuyến đường quốc lộ 1A sử dụng kết cấu ADM, đặc biệt là khu vực Bắc Trung Bộ (BTB), liên tiếp xuất hiện những hư hỏng nghiêm trọng với tần suất cao tại những thời điểm nhiệt độ tăng cao và mưa lớn dài ngày bất thường được cho là do biến đổi khí hậu (BĐKH) gây ra. Theo ghi nhận vào ngày 30/5/2015, nhiệt độ không khí ở nhiều nơi trong khu vực BTB lên tới 30°C - 40°C, có nơi nhiệt độ không khí và nhiệt độ mặt đường BTNC tương ứng đạt ngưỡng kỷ lục là 42.7°C và 75°C [5]. Theo kết quả khảo sát thực địa của thanh tra Bộ Giao thông vận tải (GTVT) ghi nhận, đoạn tuyến quốc lộ 1A (đoạn từ Km 223 đến Km 232 và từ Km 387+100 đến Km 709+400) xảy ra hiện tượng xô dồn và nứt trượt chiếm 8% tổng mức độ hư hỏng lớp mặt đường BTNC [6].

Theo số liệu thống kê từ đầu năm 2014 trên quốc lộ 1A, đoạn đường từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế có 70km trên tổng số 620km gặp phải tình trạng hằn lún vệt bánh xe (HLVBX) [7]. Cũng theo số liệu thống kê của Tổng cục Đường bộ Việt Nam cho thấy có 13% - 15% trong số những đoạn tuyến từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế khi xuất hiện lún đã đưa vào khai thác được 6 năm [7]. Thời điểm lún nhiều nhất là những ngày nắng nóng dữ dội. Báo cáo của MONRE đã cho thấy khu vực BTB cũng hứng chịu một lượng mưa khá lớn trong những năm qua. Số liệu thống kê cho thấy, độ lệch chuẩn lượng mưa trung bình năm là khá cao khoảng 400 mm đến 700 mm [8]. Kỷ lục mới được ghi nhận về lượng mưa trong 24 giờ lên tới 747 mm, vượt qua kỷ lục về lượng mưa 555 mm được xác lập ngày 9/10/1995. Theo tài liệu [9], Quốc lộ 1A đoạn qua tỉnh Thừa Thiên Huế (Phú Bài - Bắc Hải

Vân) mới được đầu tư nâng cấp, mở rộng và khai thác được hơn 1 năm đã hư hỏng và xuất hiện nhiều “ổ gà” sau đợt mưa lớn dài ngày.

2.2. Sự phù hợp tiêu chuẩn Việt Nam trước tác động của biến đổi khí hậu

Hiện tượng AĐM đã khai thác ổn định trong thời gian dài đợt ngột bị biến dạng nhiều trong những ngày nắng nóng “dữ dội” hay mặt đường bị tàn phá nặng nề sau những đợt mưa lớn dài ngày với cả những đoạn tuyến mới thi công hoặc cùng cấp thiết kế, cùng nhà thầu thi công lại có đoạn lún, đoạn không như đề cập ở trên đã đặt ra những nghi vấn về nguyên nhân bắt nguồn từ sự biến đổi quá lớn của các yếu tố môi trường gây ra. Thực tế, Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới và hứng chịu những ảnh hưởng rất khắc nghiệt của BĐKH. Vì vậy, ứng xử của kết cấu công trình nói chung và AĐM nói riêng trước những biến đổi bất thường của điều kiện môi trường là một vấn đề đang nhận được rất nhiều sự quan tâm bởi tác động mà nó gây ra là rất nghiêm trọng.

Việt Nam cũng như nhiều nước trong khu vực, tiêu chuẩn thiết kế, thi công và nghiệm thu BTNC và AĐM được xây dựng dựa nhiều vào tiêu chuẩn thiết kế của Trung Quốc, Mỹ và Châu Âu, nơi mà tiêu chuẩn thiết kế được xây dựng từ cơ sở dữ liệu thực nghiệm có đặc điểm khí hậu hoàn toàn khác với Việt Nam, đặc biệt là khu vực Bắc Trung Bộ. Nghiên cứu [10] chỉ ra rằng việc áp dụng tiêu chuẩn thiết kế từ nơi có điều kiện khí hậu này qua nơi có điều kiện khí hậu khác sẽ dẫn đến những sai khác rất đáng kể về chất lượng AĐM. Thực tế, TCVN về BTNC hiện hành được đánh giá là còn nhiều hạn chế trong việc thích ứng điều kiện khắc nghiệt của môi trường như thời gian vừa qua.

Đã có nhiều nghiên cứu và nỗ lực nhằm tìm ra nguyên nhân và giải pháp khắc phục các hiện tượng nêu trên. Tuy nhiên, đến nay các hiện tượng hư hỏng vẫn chưa được giải quyết triệt để. Vì vậy, việc nghiên cứu ảnh hưởng của tính chất cốt liệu và hai yếu tố môi trường khắc nghiệt này đến cường độ kết cấu AĐM và lý giải nguyên nhân là cấp thiết. Nghiên cứu là cơ sở để lựa chọn cấp phối phù hợp với khu vực cụ thể khi thiết kế vật liệu bê tông nhựa và xem xét tính phù hợp của tiêu chuẩn thiết kế, thi công và nghiệm thu vật liệu bê tông nhựa hiện hành của Việt Nam trong điều kiện bất lợi về nhiệt độ và độ ẩm.

2.3. Phân tích cơ chế suy giảm cường độ của lớp áo đường với điều kiện môi trường

a. Yếu tố nhiệt độ không khí tăng cao bất thường

Khi nhiệt độ mặt đường quá cao, vật liệu BTNC bị mềm hoá do bittum chảy dẻo, làm giảm lực liên kết giữa hạt cốt liệu và làm cho các lớp AĐM bị biến dạng (HLVBX), tách lớp hay xô dồn khi xuất hiện lực hãm của xe. Sự trùng phục nhiệt độ với biên độ chênh lệch nhiệt độ ngày đêm của các lớp AĐM về mùa hè quá lớn, có thể đến 45°C ($70^{\circ}\text{C}/25^{\circ}\text{C}$), diễn ra trong thời gian dài, khiến các lớp AĐM liên tục thay đổi trạng thái, bị co ngót, biến dạng và hình thành các khe nứt tế vi tại bề mặt AĐM [11].

Hình 1 mô tả hiện tượng lún vệt bánh xe AĐM phổ biến. Khi nhiệt độ không khí tăng, vật liệu nhựa đường từ trạng thái rắn sang trạng thái quá nhớt và hoá lỏng do bittum bị chảy dẻo, làm giảm lực liên kết giữa hạt cốt liệu và ngược lại, vật liệu BTN từ trạng thái lỏng sang trạng thái quá nhớt, hoá rắn và trở nên giòn. Dưới tác dụng của tải trọng xe, các lớp AĐM bị uốn và bề mặt gây ra các hiện tượng hư hỏng như rạn nứt do mỏi dọc tuyến, ngang tuyến và rạn nứt trượt. Nếu xem các yếu tố kém chất lượng trong quá trình thiết kế và thi công AĐM thì hiện tượng hư hỏng phổ biến trong điều kiện nhiệt độ cao như HLBX chủ yếu xảy ra tại các lớp mặt nơi ảnh hưởng trực tiếp bởi nhiệt độ không khí. Vì vậy, đánh giá cấp phối lớp mặt dưới tác động của nhiệt độ môi trường không khí là nội dung chính trong nghiên cứu này.



(a) Mô tả biến dạng mặt đường

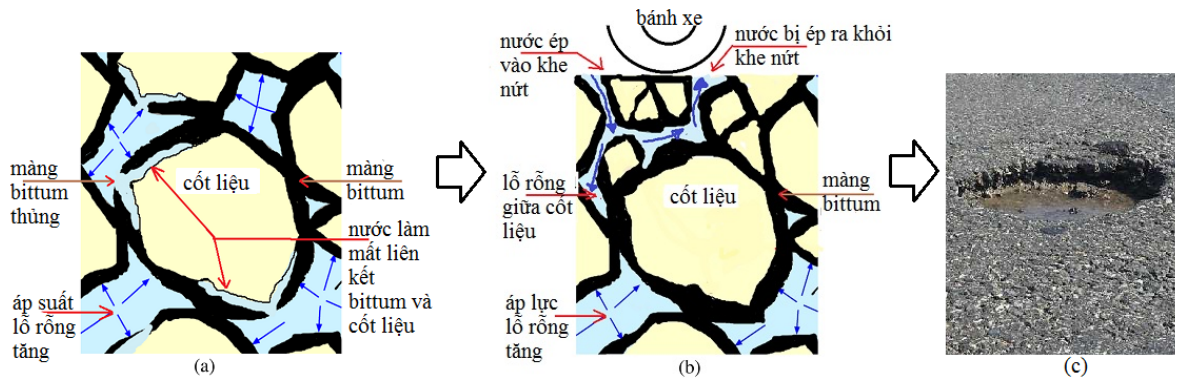


(b) Mặt cắt ngang đường bị biến dạng

Hình 1. Hiện tượng hằn lún vệt bánh xe [12]

b. Yếu tố lượng mưa lớn, dài ngày bất thường

Ngoài sự tác động của yếu tố nhiệt độ, ADM khu vực BTB còn hứng chịu hiện tượng mưa lớn dài ngày, ngập lụt trên diện rộng do mưa bão bất thường. Trong điều kiện đó, tại các lỗ rỗng do quá trình thi công do lu lèn không đạt độ chặt như thiết kế hoặc tồn tại các rạn nứt tế vi do co ngót vì nhiệt hay tải trọng trực xe gây hiện tượng kéo uốn, đẩy trôi, ADM thường bị nước và hơi ẩm xâm nhập sẽ làm cho liên kết của màng bittum với cốt liệu yếu đi, đặc biệt là các vị trí bị khuyết tật màng bittum bị thủng như Hình 2(a). Dưới áp lực bề mặt bánh xe, nước bị bánh xe dồn ép vào trong các khe nứt tạo nên thủy lực, làm áp lực lỗ rỗng gia tăng công phá các khe nứt, dẫn đến vật liệu BTNC bị phân rã như Hình 2(b). Khi bánh xe đi qua thì gần như ngay lập tức hút nước cùng vật liệu BTN bị phân rã ra khỏi các khe nứt gây mất mát vật liệu làm xuất hiện các hiện tượng hư hỏng như ổ gà, tách lớp hay rỗ tổ ong mặt đường (Hình 2(c)). Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của cấp phối đến và điều kiện tạo ẩm cũng là nội dung quan trọng thứ hai cần giải quyết.



Hình 2. Mô tả cơ chế hư hỏng ADM do hơi ẩm, nước mặt và áp lực bánh xe. (a) Sự có mặt của nước trong BTN; (b) Mô phỏng cơ chế làm mất mát vật liệu dưới áp lực bánh xe; (c) Hình ảnh minh họa thực tế của hiện tượng mất mát vật liệu (ổ gà)

2.4. Quy định phạm vi áp dụng cấp phối BTNC

Trước những hư hỏng đường bê tông nhựa diễn ra nghiêm trọng, ngày 26 tháng 03 năm 2014, Bộ Giao thông Vận tải (BGTVT) đã có quyết định [13] về việc ban hành hướng dẫn áp dụng hệ thống các

tiêu chuẩn kỹ thuật hiện hành. Quyết định này cơ bản là rất kịp thời và thiết thực, phản ánh đúng các vấn đề cần giải quyết để tăng độ ổn định cho kết cấu áo đường mềm cấp cao và các tuyến đường có xe nặng chạy với lưu lượng và tải trọng lớn hiện nay. Tuy nhiên, văn bản hướng dẫn vẫn chưa đề cập đến một số yếu tố liên quan đến các yếu tố về môi trường bất thường thời gian qua. Cụ thể, hướng dẫn chưa đề cập đến điều kiện khai thác đặc biệt ở nhiệt độ cao như kết quả điều tra nêu trên ảnh hưởng tới cường độ, độ ổn định và khả năng chịu cắt trượt của BTNC. Bởi thực tế cho thấy, HLVBX diễn ra theo từng đoạn trên tuyến có các đặc điểm về thiết kế, thi công và nghiệm thu như nhau. Theo hướng dẫn của QĐ này, nhằm tăng cường độ chống cắt trượt các lớp BTNC tầng mặt, các BTNC phải sử dụng cấp phối thô. Lớp mặt trên cùng của tầng mặt chỉ nên sử dụng loại BTNC 12.5. BTNC 19 sử dụng làm lớp giữa trong trường hợp tầng mặt gồm ba lớp và lớp dưới khi tầng mặt gồm 2 lớp. BTNC 25 sử dụng làm lớp dưới cùng của tầng mặt gồm ba lớp. Như vậy, so với Tiêu chuẩn [14] như ở Bảng 1, thì QĐ này yêu cầu chỉ sử dụng BTNC 12.5 cho lớp trên cùng của tầng mặt [15]. Đây là điểm nhận được nhiều quan tâm hiện nay. Nghiên cứu này sẽ tập trung phân tích các điểm tồn tại này trong điều kiện tương tác của yếu tố môi trường khắc nghiệt, bất thường và cục bộ tại khu vực thời gian qua.

Bảng 1. Cấp phối hỗn hợp cốt liệu bê tông nhựa chặt (BTNC)

Quy định	BTNC 12.5	BTNC 19
Chiều dày lớp bê tông nhựa hợp lý (sau khi lu lèn), cm	$5 \div 7$	$6 \div 8$
Phạm vi nên áp dụng	Lớp mặt trên hoặc lớp mặt dưới	Lớp mặt dưới

3. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

3.1. Vật liệu

a. Cốt liệu đá dăm

Cốt liệu đá dăm là thành phần cấp phối BTNC có vai trò quan trọng đối với cường độ BTNC. Tần suất và chiều sâu hằn lún vệt bánh xe phụ thuộc rất lớn vào tính chất cốt liệu đá dăm [13, 16]. Tính kháng lún của AĐM phụ thuộc nhiều vào cấp phối cốt liệu nhưng cấp phối đúng yêu cầu thiết kế cũng có thể chưa đảm bảo mang lại chất lượng cho BTNC nếu tính chất cốt liệu đá dăm không phù hợp [17]. Vật liệu sử dụng để chế tạo các tổ hợp mẫu thí nghiệm trong nghiên cứu này thiết kế theo Tiêu chuẩn Việt Nam [7] và yêu cầu kỹ thuật kèm Quyết định số 858 của Bộ GTVT [15]. Nguồn gốc cốt liệu được lựa chọn theo thực tế thiết kế, thi công các đoạn tuyến quốc lộ 1A trên địa bàn ba tỉnh thuộc khu vực BTB là Quảng Bình (QB), Thừa Thiên Huế (TTH) và Quảng Trị (QT) với tính chất như trên Bảng 2.

b. Mác nhựa đường

Nhựa đường Shell mác 60/70 được áp dụng trên các đoạn tuyến quốc lộ là cơ sở lựa chọn để chế tạo các tổ mẫu trong nghiên cứu này. Chỉ tiêu về độ kim lún và các chỉ tiêu khác được kiểm tra theo Tiêu chuẩn [7] để đảm bảo chất lượng nhựa đều phải đạt chất lượng yêu cầu theo tiêu chuẩn. Bảng 3 cung cấp một số chỉ tiêu về loại nhựa đường đã sử dụng.

Bảng 2. Tính chất cốt liệu đá

Nguồn	Loại cốt liệu	Ứng suất nén (MPa)			Tỷ lệ mẫu đạt/tổng	
		Min.	Max.	T.bình	Cấp 3	> Cấp 3
TTH	Đá trầm tích (marble)	74	86	80	0/10	10/10
QT	Đá hoa cương (granite)	97	105	101	2/10	8/10
QB	Đá trầm tích (limestone)	78	80	79	0/10	10/10

Bảng 3. Tính chất nhựa đường Shell 60/70

Chỉ tiêu	Độ kim lún (25°C)	Nhiệt hoá mềm	Độ nhớt động lực (60°C)	Khối lượng riêng nhựa	Độ dính bám với đá
Đơn vị	1/10 mm	°C	Pa.s	g/cm ³	-
Giá trị	64	52	191	1,03	Cấp 3

3.2. Phương pháp nghiên cứu

a. Giới thiệu thí nghiệm

Mục tiêu của thí nghiệm là xem xét ứng xử của hai loại cấp phối BTNC trước sự thay đổi của nhiệt độ và độ ẩm theo thời gian có tham chiếu thời điểm bất lợi nhất thời gian qua trong khu vực BTB bằng thí nghiệm các tổ hợp mẫu theo phương pháp kéo gián tiếp (IDT) đến giới hạn phá hoại mẫu với tốc độ biến dạng không đổi. Đây là phương pháp phù hợp với thí nghiệm Marshall đề cập trong Tiêu chuẩn [7]. Ưu điểm của thí nghiệm IDT cho phép dễ dàng đánh giá sự ảnh hưởng đơn yếu tố của yếu tố nhiệt độ và độ ẩm đến cường độ BTNC [14, 18].

b. Mô tả tổ mẫu thí nghiệm

Các tổ mẫu cấp phối BTNC 12.5 và BTNC 19 được thiết kế theo tiêu chuẩn tương ứng với nguồn gốc cốt liệu, cấp phối và điều kiện môi trường khác nhau. Mỗi tổ mẫu (3 mẫu/tổ mẫu) được thí nghiệm bằng phương pháp IDT. Mẫu trong thí nghiệm IDT có dạng hình trụ tròn theo tiêu chuẩn với kích thước đường kính 100 mm và chiều cao 65 mm. Mẫu thí nghiệm IDT được chế tạo và thí nghiệm theo phương pháp Marshall. Giá trị thí nghiệm mỗi tổ mẫu là trung bình cộng của giá trị 3 mẫu trong tổ mẫu. Các tổ mẫu trong thí nghiệm được kí hiệu tên như trên Bảng 4.

Bảng 4. Tổng hợp các tổ mẫu hỗn hợp BTNC 12.5 và BTNC 19

Hỗn hợp	Nguồn đá dăm	Kí hiệu tổ mẫu
BTNC 12.5/BTNC 19	Thừa Thiên Huế (TTH)	TTH_BTNC12.5/TTH_BTNC19
BTNC 12.5/BTNC 19	Quảng Trị (QT)	QT_BTNC12.5/ QT_BTNC19
BTNC 12.5/BTNC 19	Quảng Bình (QB)	QB_BTNC12.5/ QB_BTNC19

c. Bố trí thí nghiệm

Nhóm thí nghiệm số 1. Cấp phối BTNC với ảnh hưởng của nhiệt độ

Để nghiên cứu ứng xử của BTNC, cấp phối BTNC 12.5 và BTNC 19 sử dụng cốt liệu đá ở ba tỉnh lần lượt được gia nhiệt ở bốn mức nhiệt độ khác nhau trong bể tiêu chuẩn có thiết bị kiểm soát nhiệt

độ điện tử. Bốn mức nhiệt độ được đề nghị lần lượt là 25°C (nhiệt độ mặt đường trong khu vực vào ban đêm), 45°C (Nhiệt độ mặt đường phổ biến), 60°C (nhiệt độ bất lợi trong TCVN [4]) and 75°C (nhiệt độ mặt đường thời điểm cao bất thường) như ở Bảng 5.

Nhóm thí nghiệm số 2. Cấp phối BTNC với ảnh hưởng của thời gian tạo ẩm

Suy giảm nhanh cường độ BTNC trong điều kiện có nước và hơi ẩm được cho là do giảm khả năng kết dính giữa chất kết dính với bột khoáng và cốt liệu [19]. Thí nghiệm nhằm đánh giá ứng xử của vật liệu BTNC 12.5 và BTNC 19 sử dụng cốt liệu đá ở ba tỉnh với bốn mức tạo ẩm khác nhau trong môi trường nhiệt độ quy định trong TCVN (60°C) tương ứng với thời gian là 40 phút (theo TCVN [7]), 24 giờ (theo TCVN), 72 giờ và 120 giờ (mức thời gian mưa trong khu vực) như ở Bảng 5.

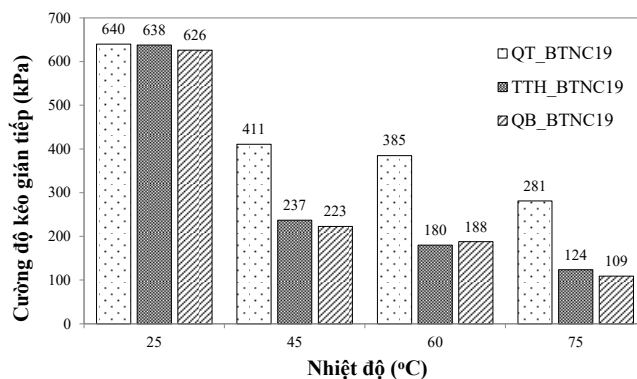
Bảng 5. Điều kiện thí nghiệm BTNC 12.5 và BTNC 19

Yếu tố tác động	TCVN	Điều kiện nghiên cứu			
Nhiệt độ (°C)	60	25	45	75	
Thời gian ngâm (giờ)	40 phút	24	72	120	

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

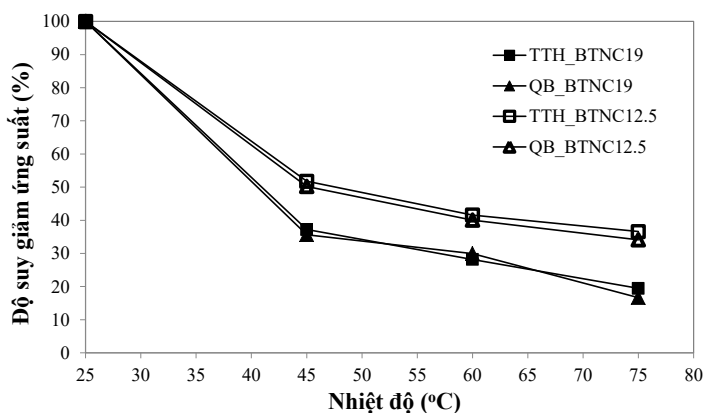
4.1. Ứng xử của hỗn hợp BTNC trong điều kiện nhiệt độ cao

Hình 3 biểu diễn sự phân bố cường độ chịu kéo gián tiếp các tổ mẫu cấp phối BTNC 19 có nguồn gốc đá dăm tại ba tỉnh. Kết quả cho thấy, cường độ chịu kéo gián tiếp các tổ mẫu BTNC ở ba tỉnh đều tương đương nhau ở nhiệt độ thấp nhất 25°C. So sánh ở các mức nhiệt độ cao hơn, các tổ mẫu BTNC 19 (tương tự BTNC 12.5) sử dụng cốt liệu nguồn gốc QT có cường độ chịu kéo gián tiếp cao hơn với các tổ mẫu BTNC sử dụng cốt liệu nguồn gốc TTH và QB. Sự khác biệt này có giải thích bởi cường độ chịu nén đá nguồn gốc QT cao hơn đá có nguồn gốc TTH và QB. Khi nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ thiết kế trong tiêu chuẩn (từ 60°C đến 75°C), nếu lấy cường độ kéo gián tiếp mỗi loại hỗn hợp tại mức nhiệt độ mẫu là 60°C để so sánh thì tỷ lệ giảm cường độ chịu kéo gián tiếp các tổ mẫu BTNC sử dụng đá nguồn gốc QT có phần trăm suy giảm (16,2%) nhiều hơn so với hai loại BTNC sử dụng đá có nguồn gốc QB và TTH (lần lượt là 12,5%, 8,73%). Điều này có thể lý giải việc lựa chọn đá nguồn gốc QT như giải pháp ưu tiên hiện nay là chưa hẳn phù hợp ở điều kiện nhiệt độ hiện trường cao hơn mức nhiệt độ bất lợi (60°C) quy định trong tiêu chuẩn thiết kế tầng mặt.



Hình 3. Phân bố cường độ chịu kéo gián tiếp hỗn hợp BTNC 19 Thí nghiệm số 1

Để đánh giá đúng ảnh hưởng của cấp phối trong điều kiện tương tác với môi trường đặc trưng, các tổ hợp mẫu cấp phối BTNC 19 và BTNC 12.5 với nguồn gốc cốt liệu có tính chất tương tự tại TTH và QB được sử dụng để phân tích. Trên Hình 4 cho thấy xu thế ứng xử của hai loại hỗn hợp BTNC theo nhiệt độ là khá tương đồng. Điều này có thể giải thích bởi sự tương đồng về tính chất của cốt liệu như ở Bảng 2. Trong đó, cường độ nén đá gốc trung bình cũng như độ bám dính nhựa đường (thông qua số lượng mẫu thí nghiệm đều đạt trên cấp 3) là tương đương nhau. Các tổ mẫu BTNC 19 cho thấy cường độ chịu kéo gián tiếp trong thí nghiệm số 1 thấp hơn các tổ mẫu BTNC 12.5. Điều này cho thấy có sự ảnh hưởng rất rõ của cấp phối đến cường độ chịu kéo gián tiếp hỗn hợp BTNC và hướng dẫn trong QĐ của BGTVT [15] là có cơ sở và phù hợp với điều kiện làm việc của hỗn hợp BTNC 12.5 trong môi trường nhiệt độ không khí cao bất thường như khảo sát hiện trường.



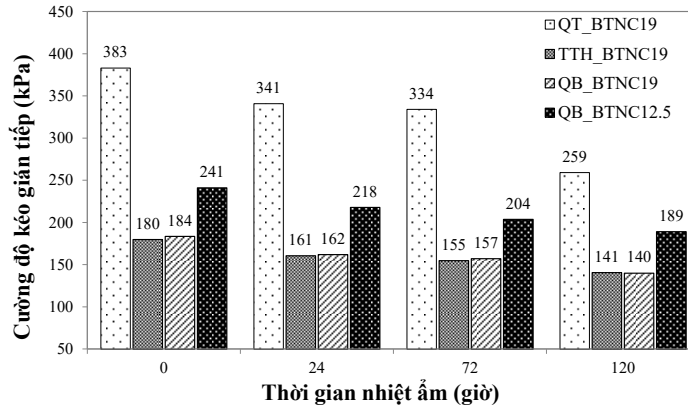
Hình 4. Độ suy giảm cường độ chịu kéo gián tiếp hai cấp phối BTNC Thí nghiệm số 1

Phân tích ứng xử của các cấp phối còn cho thấy sự chưa phù hợp về điều kiện bất lợi nhất nêu trong tiêu chuẩn. Cụ thể, nếu lấy cường độ các tổ mẫu ở nhiệt độ 25°C để so sánh thì khi nhiệt độ tăng lên 75°C (vượt qua ngưỡng nhiệt độ bất lợi với lớp mặt theo tiêu chuẩn) thì các tổ mẫu BTNC đều tiếp tục giảm. Điều này minh chứng rằng cường độ BTNC là rất thấp khi nhiệt độ vượt qua mức nhiệt độ bất lợi trong tiêu chuẩn quy định. Ở thí nghiệm này, cường độ TTH_BTNC19 và QB_BTNC19 còn rất thấp với cường độ lần lượt là 19% và 17% trong khi cường độ TTH_BTNC12.5 và QB_BTNC12.5 còn lần lượt là 37% và 34%. Điểm đáng chú ý ở đây là trong điều kiện bất lợi nhất thì cường độ BTNC 12.5 vẫn duy trì cường độ cao hơn BTNC 19. Điều này một lần nữa cho thấy khả năng thích ứng tốt của BTNC 12.5 trước biến đổi điều kiện nhiệt độ.

4.2. Ứng xử của cấp phối BTNC trong điều kiện nhiệt ẩm

Hình 5 biểu diễn đại diện kết quả thí nghiệm các tổ mẫu ở hai cấp phối hỗn hợp BTNC với các nguồn cốt liệu khác nhau theo thời gian tác động của điều kiện nhiệt ẩm. Mặc dù các tổ mẫu có ứng suất kéo gián tiếp thấp hơn các tổ mẫu ở thí nghiệm số 1 nhưng một cách tương tự, các tổ mẫu QT_BTNC vẫn cho thấy cường độ chịu kéo gián tiếp cao hơn các tổ mẫu TTH_BTNC và QB_BTNC ở cả hai cấp phối hỗn hợp, nhưng cũng thể hiện độ suy giảm cường độ chịu kéo gián tiếp mạnh hơn ở điều kiện nhiệt ẩm bất lợi nhất (từ 72 đến 120 giờ). Điều này phù hợp với nghiên cứu về BTNC sử dụng đá hoa cương có độ suy giảm cường độ trong điều kiện ngập nước lớn hơn nhiều so với việc sử dụng các loại cốt liệu đá dăm có nguồn gốc đá trầm tích [15].

Với sự tương đồng về tính chất cốt liệu, hai cấp phối BTNC có nguồn gốc cốt liệu đá dăm QB cho thấy điều đáng chú ý là trong điều kiện nhiệt ẩm cao, một cách tương tự, BTNC 19 tiếp tục cho thấy



Hình 5. Phân bố cường độ chịu kéo gián tiếp theo thời gian nhiệt ẩm Thí nghiệm số 2

sự kém ổn định hơn so với cấp phối BTNC 12.5 cả về cường độ chịu kéo gián tiếp và độ suy giảm cường độ chịu kéo gián tiếp theo thời gian nhiệt ẩm. Điều này có thể do hỗn hợp BTNC 19 có độ ổn định cấu trúc cốt liệu thấp hơn hỗn hợp BTNC 12.5. Sự kém ổn định này có thể bắt nguồn từ sự hình thành bộ khung cốt liệu thô với sự phân bố hạt có đường kính lớn nhất trong hỗn hợp BTNC 19 không đồng đều. Kéo theo đó là sự phân bố cốt liệu nhỏ và đặc biệt là chất kết dính cũng sẽ không đồng đều. Vì vậy, trong cùng điều kiện nhiệt ẩm thí nghiệm, bộ khung cốt liệu hỗn hợp BTNC 19 sẽ truyền tải kém đồng đều, dễ gây ứng suất cục bộ và dễ tạo điều kiện cho nước tác động làm giảm khả năng liên kết bề mặt hạt cốt liệu thô có đường kính lớn nhất. Hiện tượng này có dịp diễn ra mạnh hơn khi BTNC 19 làm việc trong điều kiện nhiệt ẩm cao. Đặc biệt, khả năng thoát nước bề mặt của BTNC 19 kém hơn của BTNC 12.5 sẽ tạo điều kiện để áp lực nước do tiếp xúc giữa mặt đường và bánh xe có tải trọng trực lớn công phá bề mặt đường mạnh hơn như đề cập ở trên (mục 2.2). Kết quả này cũng cho thấy, sự phù hợp của hướng dẫn trong QĐ của BGTVT [15] về việc chỉ sử dụng BTNC 12.5 cho lớp mặt trong điều kiện nhiệt ẩm cao và phù hợp điều kiện môi trường khắc nghiệt.

5. Kết luận

Các tổ mẫu được thiết kế và chế tạo ở hai cấp phối BTNC 12.5 và BTNC 19 theo phương pháp Marshall được kiểm tra cường độ chịu kéo gián tiếp ở điều kiện nhiệt ẩm trong thí nghiệm IDT. Kết quả nghiên cứu đưa ra một số kết luận như sau:

Trong điều kiện nhiệt độ cao hơn (75°C) yêu cầu trong tiêu chuẩn thiết kế hiện hành (60°C), cả hai cấp phối BTNC 12.5 và BTNC 19 đều cho thấy sự kém ổn định rõ ràng thông qua cường độ nén gián tiếp các tổ mẫu tiếp tục giảm đáng kể. Vì vậy, việc xem xét điều kiện bất lợi trong thiết kế là cần thiết và càng có cơ sở với kịch bản BĐKH của Việt Nam về xu hướng nhiệt độ môi trường tiếp tục tăng, đặc biệt với lớp trên cùng của tầng mặt (lớp tiếp xúc trực tiếp với nhiệt độ không khí).

Ngoài việc BTNC 12.5 mang lại độ bằng phẳng cao hơn BTNC 19, trong các thí nghiệm về ảnh hưởng của điều kiện nhiệt ẩm cao, cấp phối BTNC 12.5 còn cho thấy sự ổn định tốt hơn cấp phối BTNC 19.

Về tính chất đá dăm trong nghiên cứu này, ứng xử BTNC 12.5 trong sử dụng đá vôi tốt hơn là đá hoa cương trong điều kiện nhiệt ẩm cao và cũng là phù hợp cho lớp trên cùng của tầng mặt.

Kết quả trên là cơ sở quan trọng đối với việc lựa chọn cấp phối áp dụng cho lớp mặt ADM tại những địa phương có điều kiện môi trường khắc nghiệt cục bộ. Đặc biệt là trong tình hình biến đổi khí hậu diễn biến phức tạp như hiện nay.

Lời cảm ơn

Tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ tài chính của Bộ Giáo dục và Đào tạo cho đề tài “Nghiên cứu cơ chế hư hỏng đường bê tông nhựa trong điều kiện khí hậu Bắc Trung Bộ và đề xuất giải pháp ngăn ngừa tác hại”, mã số B2016-DHH-07.

Tài liệu tham khảo

- [1] Chiêu, N. Q. (2005). *Nhựa đường và các loại mặt đường nhựa*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [2] Hữu, P. D., Chính, V. Đ., Đông, Đ. V., Sang, N. T. (2015). *Bê tông Asphalt*. Nhà xuất bản Giao thông vận tải.
- [3] Nhất, N. T., Thiện, T. V. (2014). Một số nguyên nhân hư hỏng mặt đường bê tông nhựa phổ biến ở Nam bộ và hướng giải quyết. *Tạp chí Giao thông vận tải*.
- [4] TCN: 22TCN 211- 06. *Áo đường mềm – Tiêu chuẩn thiết kế*. Bộ Giao thông vận tải, Việt Nam.
- [5] Bộ Khoa học và Công nghệ (2015). *Nhiệt độ tháng năm phá vỡ hàng loạt kỷ lục*. Truy cập ngày 02/6/2015.
- [6] Liên hiệp các hội khoa học và kỹ thuật Việt Nam (2015). *Đường lún do nắng nóng: Ai chịu tội thay ông trời?* Truy cập ngày 15/6/2015.
- [7] TCVN 8819: 2011. *Mặt đường bê tông nhựa nóng-Yêu cầu thiết kế và thi công*. Bộ Giao thông vận tải, Việt Nam.
- [8] MONRE (2012). *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Việt Nam.
- [9] Đài truyền hình kỹ thuật số (2016). *Huế: Quốc lộ nghìn tỷ chi chút “ổ gà” sau hơn 1 năm thông xe*. Truy cập ngày 27/12/2016.
- [10] Cui, S., Blackman, B. R., Kinloch, A. J., Taylor, A. C. (2014). *Durability of asphalt mixtures: Effect of aggregate type and adhesion promoters*. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 54:100–111.
- [11] Lân, N. N., Hữu, P. D., Đông, Đ. N. (2013). Nghiên cứu đánh giá hư hỏng mặt đường bê tông Asphalt có liên quan đến xô dồn nứt trượt trên một số quốc lộ Việt Nam. *Tạp chí Giao thông vận tải*.
- [12] Viện kỹ thuật xây dựng hạ tầng (2014). *Hiện tượng lún vệt bánh xe trên mặt đường bê tông nhựa - Nguyên nhân và giải pháp khắc phục*. Truy cập ngày 2014.
- [13] Zaniewski, J. P., Srinivasan, G. (2004). Evaluation of indirect tensile strength to identify asphalt concrete rutting potential. *Asphalt Technology Program, Department of Civil and Environmental Engineering, West Virginia University*.
- [14] Schwartz, C., Gibson, N., Schapery, R. (2002). *Time-temperature superposition for asphalt concrete at large compressive strains*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1789):101–112.
- [15] Bộ Giao thông vận tải (2014). *Hướng dẫn áp dụng hệ thống các tiêu chuẩn kỹ thuật hiện hành nhằm tăng cường quản lý chất lượng thiết kế và thi công mặt đường bê tông nhựa nóng đối với các tuyến đường ô tô có quy mô giao thông lớn*. Số 858/QĐ-BGTVT, ngày 26/3/2014.
- [16] Ahlrich, R. C. *Influence of aggregate gradation and particle shape/texture on permanent deformation of hot mix asphalt pavements*. Army Engineer Waterways Experiment Station Vicksburg MS Geotechnical Lab.
- [17] Bahia, H. U., Stakston, A. (2003). *The effect of fine aggregate angularity, asphalt content and performance graded asphalts on hot mix asphalt performance*. University of Wisconsin – Madison, Submitted to Wisconsin Department of Transportation, Highway Research Study 0092-45-98.
- [18] Chompoorat, T., Likitlersuang, S. (2009). *Temperature shift function of asphaltic concrete for pavement design in tropical countries*. *The IES Journal Part A: Civil & Structural Engineering*, 2(3):246–254.
- [19] Yilmaz, A., Sargin, Ş. (2012). *Water effect on deteriorations of asphalt pavements*. *The Online Journal of Science and Technology*, 2(1):1–6.