

Nghiên cứu thực nghiệm đánh giá cường độ chịu kéo uốn của bê tông nhựa đường polime và bê tông nhựa thông thường thông qua chỉ tiêu cường độ ép chẻ

Lê Thái Bình^{1*}

¹ Đại học Điện lực, 235 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội

TỪ KHOÁ

Bê tông nhựa
Cường độ ép chẻ
Bê tông nhựa đường cải tiến polime

TÓM TẮT

Cường độ chịu kéo uốn là một chỉ tiêu quan trọng dùng để kiểm soát chất lượng bê tông nhựa, đồng thời làm thông số trong kiểm toán kết cấu áo đường mềm. Qua kết quả nghiên cứu thực nghiệm chỉ tiêu cường độ ép chẻ của hai loại mẫu bê tông nhựa sử dụng nhựa đường thông thường và nhựa đường cải tiến polime trong phòng thí nghiệm cũng đã mở ra cách tiếp cận mới trong việc đánh giá chất lượng bê tông nhựa nói chung và bê tông nhựa đường cải tiến polime.

KEYWORDS

Asphalt concrete
Split compressive strength
Polymer modified asphalt concrete

ABSTRACT

Bending strength is an important criterion used to control the quality of asphalt concrete, and at the same time as a parameter in the audit of soft pavement structures. The results of experimental research on the split compressive strength of two types of asphalt concrete samples using conventional asphalt and polymer modified asphalt in the laboratory have also opened up a new approach to quality assessment. general asphalt concrete and polymer modified asphalt concrete.

1. Đặt vấn đề

Mặt đường bê tông nhựa chiếm một vị trí quan trọng trong hệ thống giao thông của các quốc gia trên thế giới cũng như ở Việt Nam chúng ta nói riêng. Trong quá trình sử dụng, mặt đường bê tông nhựa đã thể hiện những ưu điểm, nhược điểm ứng với các điều kiện giao thông ở các thời kỳ khác nhau.

Bê tông nhựa là vật liệu chủ yếu để xây dựng đường ô tô và được sử dụng rộng rãi trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Việc nâng cao chất lượng và tuổi thọ lớp mặt bê tông nhựa ở nước ta sẽ góp phần nâng cao chất lượng của cả mạng lưới đường ô tô và có ý nghĩa kinh tế kỹ thuật to lớn. Bê tông nhựa polyme đã được sử dụng tại các nước phát triển với các điều kiện khí hậu và tiêu chuẩn thi công, nghiệm thu theo các đặc điểm địa lý cụ thể. Ở Việt Nam, lớp phủ bê tông nhựa polyme đã được áp dụng trên một số đường cao tốc, tuy nhiên mới ở mức độ thử nghiệm, chi phí cao và bị lệ thuộc vào công nghệ ngoại nhập [1, 2].

Khi chịu tác dụng của bức xạ mặt trời, độ ẩm, và nhiệt độ cao, bê tông nhựa đường thông thường dần bị “lão hóa”, mặt đường trở lên giòn, dễ gãy vỡ dưới tác dụng của xe cộ. Việc sử dụng bê tông nhựa đường polyme có cường độ cũng như độ ổn định cao hơn, làm tăng được tuổi thọ mặt đường đã và đang được nghiên cứu, ứng dụng.

Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu mặt đường mềm của Việt Nam 22TCN 211-06 qui định cường độ kéo khi uốn của vật liệu dùng trong tính toán kết cấu áo đường là cường độ tại nhiệt độ 10°C hoặc 15°C [3].

Cường độ kéo khi ép chẻ là khả năng chịu kéo của mẫu vật liệu khi có một lực nén tác dụng đều dọc theo đường sinh của mẫu thử hình trụ, nằm trong mặt phẳng thẳng đứng đi qua đường kính của hai đáy mẫu thử. Khi lực nén đạt đến trị số tối đa, mẫu thử hình trụ sẽ bị phá hủy theo mặt phẳng thẳng đứng do ứng suất kéo phát sinh vượt quá khả năng chịu kéo của vật liệu mẫu thử. Cường độ kéo khi ép chẻ thường lớn hơn cường độ kéo dọc trục và nhỏ hơn cường độ kéo khi uốn của mẫu vật liệu. Cường độ kéo khi ép chẻ còn được gọi là cường độ kéo gián tiếp, hoặc cường độ kéo khi bừa [4].

Trong tiêu chuẩn ASTM D4123, thí nghiệm cường độ ép chẻ được yêu cầu thực hiện ở nhiệt độ tương ứng với nhiệt độ thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi và hệ số Poisson để xác định mức lực tác dụng cho thí nghiệm này. Các nhiệt độ yêu cầu tiến hành là 5°C, 25°C, 30 °C hoặc 40 °C [5].

Trong bài báo này, tác giả trình bày kết quả thí nghiệm cường độ ép chẻ nhằm đánh giá so sánh chất lượng bê tông nhựa đường polime và nhựa đường thông thường. Kết quả có thể dùng để tham khảo như chỉ tiêu ban đầu đánh giá chất lượng bê tông nhựa sử dụng nhựa đường polime.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu sử dụng được lựa chọn là những loại đại diện, được sử dụng phổ biến hiện nay ở khu vực phía Bắc:

- + Đá dăm các loại: Mỏ đá Việt Úc - Kiện Khê - Phú Lý - Hà Nam.
- + Bột khoáng: Đồng Giao - Ninh Bình.

*Liên hệ tác giả: binhlt@epu.edu.vn

Nhận ngày 31/07/2023, sửa xong ngày 22/12/2023, chấp nhận đăng 29/12/2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.01.2024.534>

- + Cát vàng: Sông Lô - Việt Trì - Phú Thọ.
 - + Nhựa đường: Nhựa đường Shell đặc 60/70 và nhựa PMB1
- Công tác chế tạo, thí nghiệm mẫu hỗn hợp bê tông và bê tông nhựa tuân thủ các yêu cầu của các tiêu chuẩn Việt Nam, tiêu chuẩn nước ngoài tương ứng.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Để làm rõ các các vấn đề nêu trên, nghiên cứu đã tiến hành những nội dung cụ thể:

Cấp phối cốt liệu sử dụng theo tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam cho bê tông nhựa chặt hạt mịn là: bê tông nhựa thường (BTNC 9.5 và BTNC 12.5) và bê tông nhựa polime (BTNP 9.5 và BTNP 12.5).

Cấp phối cốt liệu sử dụng cho bê tông nhựa thường (BTNC 9.5) và bê tông nhựa polime (BTNP 9.5), như được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Cấp phối cốt liệu sử dụng chế tạo mẫu thí nghiệm cho bê tông nhựa 9.5.

Cỡ sàng vuông (mm)	Lượng lọt qua sàng (%)			Lượng trên sàng (%)	Thành phần % hỗn hợp
	Min	Max	Thiết kế		
19	100	100	100,00		Cốt liệu thô: 32,5 %
12,5	100	100	100,00	-	
9,5	90	100	95,00	5,00	
4,75	55	80	67,50	27,50	
2,36	36	63	49,50	18,00	Cốt liệu mịn: 59,5%
1,18	25	45	35,00	14,50	
0,6	17	33	25,00	10,00	
0,3	12	25	18,50	6,50	
0,15	9	17	13,00	5,50	
0,075	6	10	8,00	5,00	
<0,075				8,00	

Cấp phối cốt liệu sử dụng cho bê tông nhựa thường (BTNC 12.5) và bê tông nhựa polime (BTNP 12.5), như được thể hiện trong Bảng 2.

Các Hình 2 và 3 dưới đây thể hiện đường cong cấp phối tiêu chuẩn cho các loại bê tông nhựa sử dụng trong chương trình nghiên cứu thực nghiệm.

Việc lựa chọn hàm lượng nhựa tối ưu ứng với mỗi loại bê tông nhựa được thực hiện theo phương pháp Marshall, đảm bảo nguyên tắc cố gắng lựa chọn giá trị hàm lượng nhựa gần nhất với trị số giữa của phạm vi hàm lượng nhựa cho phép quy định trong tiêu chuẩn 22TCN 249-06, 22TCN 356-06, 22TCN 345-06. Hàm lượng nhựa lựa chọn cho các loại hỗn hợp như sau:

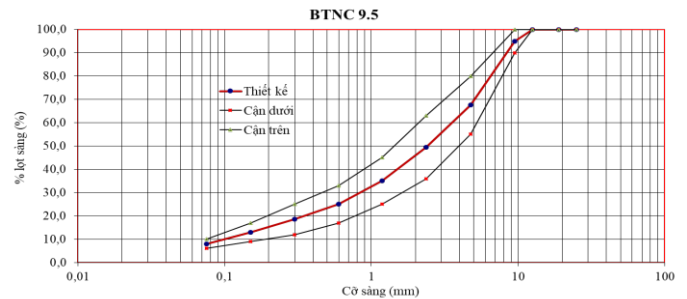
- BTNC 9.5 - hàm lượng nhựa – 5,0 %
- BTNC 12.5 - hàm lượng nhựa – 4,5 %
- BTNP 9.5 - hàm lượng nhựa – 5,5 %

- BTNP 12.5 - hàm lượng nhựa – 5,0 %

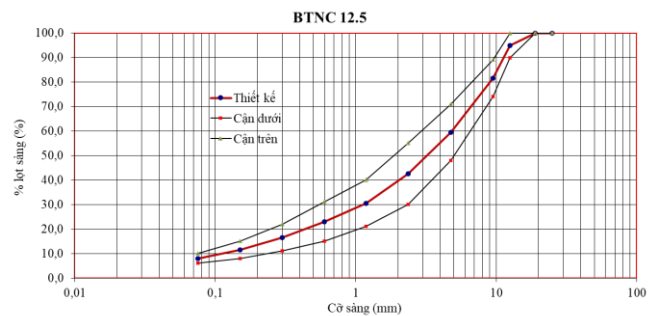
Kết quả thí nghiệm Marshall thực hiện với các mẫu tương ứng với hàm lượng nhựa lựa chọn cho các giá trị chỉ tiêu độ ổn định (kN), độ dẻo (mm) và thương số Marshall (kN/mm) được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 2. Cấp phối cốt liệu sử dụng chế tạo mẫu thí nghiệm cho bê tông nhựa 12.5.

Cỡ sàng vuông (mm)	Lượng lọt qua sàng (%)			Lượng trên sàng (%)	Thành phần % hỗn hợp
	Min	Max	Thiết kế		
19	100	100	100,00		Cốt liệu thô: 40,5 %
12,5	90	100	95,00	5,00	
9,5	74	89	81,50	13,50	
4,75	48	71	59,50	22,00	
2,36	30	55	42,50	17,00	Cốt liệu mịn: 51,5%
1,18	21	40	30,50	12,00	
0,6	15	31	23,00	7,50	
0,3	11	22	16,50	6,50	
0,15	8	15	11,50	5,00	
0,075	6	10	8,00	3,50	
<0,075				8,00	



Hình 2. Đường cong cấp phối cốt liệu sử dụng cho BTNC 9.5 và BTNP 9.5.



Hình 3. Đường cong cấp phối cốt liệu sử dụng cho BTNC 12.5 và BTNP 12.5.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm Marshall của các loại hỗn hợp thí nghiệm với hàm lượng nhựa lựa chọn.

Loại BTN	Hàm lượng nhựa (%)	Số hiệu mẫu	Độ ổn định (kN)	Độ dẻo (mm)	Thương số Marshall (kN/mm)
BTNC 12,5	4,50	CP1.1	13,17	2,49	5,29
		CP1.2	13,63	2,54	5,37
		CP1.3	13,12	2,54	5,17
Trung bình			13,31	2,52	5,28
BTNC 9,5	5,00	CP5.1	11,11	2,67	4,16
		CP5.2	10,77	2,59	4,16
		CP5.3	11,75	2,74	4,29
Trung bình			11,21	2,67	4,20
BTNP 12,5	5,00	9	16,76	4,18	4,01
		11	17,29	3,95	4,38
		13	17,08	4,06	4,21
Trung bình			17,04	4,06	4,20
BTNP 9,5	5,50	15	19,16	5,82	3,29
		16	19,06	5,68	3,36
		17	19,27	5,95	3,24
Trung bình			19,16	5,82	3,29

Để nghiên cứu thực nghiệm đánh giá cường độ chịu kéo uốn của bê tông nhựa đường polime và bê tông nhựa thông thường thông qua chỉ tiêu cường độ ép chèn. Đề tài đã tiến hành nghiên cứu chỉ tiêu cường độ ép chèn (TCVN 8862:2011, ASTM D4123) và nghiên cứu thực nghiệm được thực hiện với các loại hỗn hợp bê tông nhựa sau: BTNC 9.5 - nhựa đường 60/70; BTNC 12.5 - nhựa đường 60/70; BTNP 9.5 - nhựa đường PMB1; BTNP 12.5 - nhựa đường PMB1. Số lượng mẫu thí nghiệm nghiên cứu: a) Xác định hàm lượng nhựa tối ưu: (4 loại cấp phối) x (5 thành phần nhựa) x (3 mẫu/ 1 tổ mẫu) = 60 mẫu - lựa chọn hàm lượng tốt nhất ; b) Cường độ ép chèn được tiến hành với 4 loại hỗn hợp với tổng số mẫu là 12.



Hình 4. Hình ảnh một số mẫu thí nghiệm.



Hình 5. Ảnh chụp thí nghiệm cường độ ép chèn.

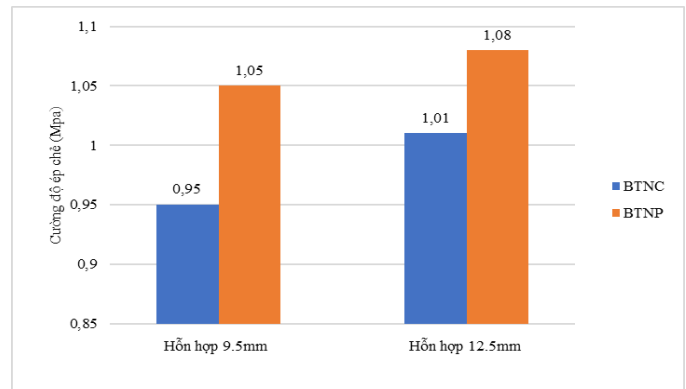
Kết quả nghiên cứu về ép chèn được thể hiện cụ thể trong Bảng 4.

Trên cơ sở lựa chọn cấp phối nghiên cứu và các kết quả nghiên cứu cho thấy:

Cường độ ép chèn của bê tông nhựa polime lớn hơn cường độ ép chèn của bê tông nhựa thường (bằng khoảng 1,07 đến 1,1 lần cường độ ép chèn của bê tông nhựa thường) (Bảng 4, Hình 6).

Bảng 4. Tổng hợp kết quả thí nghiệm cường độ ép chèn.

Loại bê tông nhựa	Cường độ ép chèn (MPa)
BTNC 12,5	1,01
BTNC 9,5	0,95
BTNP 12,5	1,08
BTNP 9,5	1,05



Hình 6. Biểu đồ so sánh cường độ ép chèn của BTNC và BTNP.

Nếu theo quan hệ thực nghiệm giữa cường độ ép chèn và cường độ kéo uốn của bê tông nhựa nói chung đã có ($R_{ku} = 2 R_{ech}$), giá trị R_{ku} tương ứng tính toán từ cường độ ép chèn được cho trong Bảng 4.

Bảng 5. Tính toán cường độ kéo uốn theo tương quan thực nghiệm với cường độ ép chèn của bê tông nhựa.

Loại bê tông nhựa	Cường độ ép chèn R_{ech} (MPa)	Cường độ kéo uốn R_{ku} (MPa)
BTNC 12,5	1,01	2,02
BTNC 9,5	0,95	1,90
BTNP 12,5	1,08	2,16
BTNP 9,5	1,05	2,10

4. Kết luận và kiến nghị

Kết quả nghiên cứu cho thấy cường độ chịu kéo khi uốn tính toán từ cường độ ép chèn của tất cả các loại hỗn hợp, kể cả bê tông nhựa polime đều phù hợp với khoảng giá trị qui định đối với bê tông nhựa thường trong tiêu chuẩn 22TCN 211-06.

Bê tông nhựa sử dụng nhựa đường PMB1 tuy có cải thiện về cường độ kéo so với bê tông nhựa thường, nhưng giá trị này vẫn chỉ nằm trong khoảng qui định cho bê tông nhựa thường, mà không tạo

được khoảng giá trị riêng, thể hiện sự cải thiện rõ rệt về tính chất chịu kéo của vật liệu.

Thông qua cường độ ép chèn có thể tham khảo sử dụng trong kiểm định công trình đường giao thông sau khi hoàn thiện đó là có thể đánh giá được cường độ chịu kéo khi uốn của mặt đường BTN thông qua cường độ ép chèn của mẫu khoan.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Lê Thái Bình (2009), “Nghiên cứu thực nghiệm để đề xuất chỉ tiêu đánh giá chất lượng cho bê tông nhựa sử dụng nhựa cải tiến”, Luận văn thạc sỹ, Việt Nam.
- [2]. Lê Thái Bình (2015), “Nghiên cứu thực nghiệm các thông số Marshall và mô đun đàn hồi tĩnh nhằm đánh giá chất lượng bê tông nhựa đường polime”, Tạp chí Khoa học Kiến trúc & Xây dựng, số 20 tháng 12/2015, Việt Nam.
- [3]. Bộ Giao thông vận tải (2006), 22TCN 211-06 “Áo đường mềm – Các yêu cầu thiết kế”, Việt Nam.
- [4]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2011), TCVN 8862:2011 “Quy trình thí nghiệm xác định cường độ ép chèn của vật liệu hạt liên kết bằng chất kết dính”, Việt Nam.
- [5]. ASTM D4123-82(1995), “Standard Test Method for Indirect Tension Test for Resilient Modulus of Bituminous Mixtures “Withdrawn 2003”, USA.