

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT CÁC TRỊ SỐ ĐẶC TRƯNG CƯỜNG ĐỘ CỦA BÊ TÔNG NHỰA CHẬT 12,5 VÀ 19 TRONG TÍNH TOÁN THIẾT KẾ KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG

A STUDY OF PROPOSING STRENGTH PARAMETERS OF DENSE-GRADED ASPHALT CONCRETE - TYPES 12.5 AND 19 USED FOR PAVEMENT DESIGN

Nguyễn Thanh Cường, Trần Thị Phương Anh, Phạm Ngọc Phương

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

cuong3dan@gmail.com; phuonganhxdc@gmail.com; pnphuongdb@gmail.com

Tóm tắt - Trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết kết hợp với nghiên cứu thực nghiệm về các đặc trưng cường độ của bê tông nhựa và ảnh hưởng của các đặc trưng này đến cường độ của kết cấu mặt đường mềm, bài báo trình bày mối quan hệ giữa các chỉ tiêu cường độ sử dụng trong thiết kế và thi công nghiệm thu mặt đường bê tông nhựa, cụ thể là quan hệ giữa mô đun đàn hồi và cường độ kéo uốn với các chỉ tiêu Marshall. Từ đó, nhóm tác giả đề xuất các trị số mô đun đàn hồi và cường độ kéo uốn phù hợp cho các loại cấp phối bê tông nhựa đang được sử dụng phổ biến hiện nay. Kết quả nghiên cứu tạo cơ sở cho việc tính toán thiết kế kết cấu mặt đường mềm hợp lý hơn, góp phần tiết kiệm vật liệu, giảm chi phí sửa chữa, tăng chất lượng khai thác và tính bền vững của mặt đường bê tông nhựa ở nước ta.

Từ khóa - mặt đường; bê tông nhựa; mô đun đàn hồi; cường độ kéo uốn; độ chặt; Marshall.

1. Đặt vấn đề

Bê tông nhựa (BTN) là loại vật liệu mặt đường cấp cao sử dụng khá phổ biến hiện nay. Trong thời gian gần đây, nhiều tuyến đường mới hoàn thành đưa vào khai thác sử dụng đã xuất hiện nhiều hư hỏng trong kết cấu BTN, ảnh hưởng lớn đến chất lượng khai thác của cả tuyến đường và tạo dư luận xã hội không tốt. Từ góc độ kết cấu nền mặt đường có thể thấy rằng những nguyên nhân cơ bản gây hư hỏng mặt đường BTN có thể từ khâu khảo sát, thiết kế; tính toán lựa chọn kết cấu; công nghệ thi công vật liệu và quá trình khai thác, vận hành.

Việc đảm bảo chất lượng mặt đường nói chung và BTN nói riêng cần phải có 1 hệ thống quản lý chất lượng chặt chẽ từ thiết kế đến thi công, điều này chưa được thể hiện rõ nét trong các tiêu chuẩn kỹ thuật của Việt Nam hiện nay. Cụ thể, do không thống nhất về các đặc trưng cường độ khi thiết kế (chỉ tiêu mô đun đàn hồi E và cường độ kéo uốn R_{ku}) và chỉ tiêu cường độ khi nghiệm thu (chỉ tiêu Marshall - S) nên sẽ gây một số khó khăn cho việc thiết kế và kiểm soát chất lượng thi công mặt đường. Điều đó có nghĩa là nếu thi công đúng yêu cầu quy định thì có thể các trị số cường độ thiết kế cũng chưa được chắc đảm bảo và ngược lại.

Với mong muốn góp phần nhỏ cải thiện chất lượng BTN nhóm tác giả đề xuất hướng phân tích, hệ thống lại nhóm chỉ tiêu cường độ từ bước thiết kế kết cấu đến bước kiểm soát chất lượng thi công nhằm giúp người thiết kế đưa ra đặc trưng tính toán phù hợp nhất đối với 2 loại BTN12,5 và bê tông nhựa chật (BTNC) 19 được sử dụng phổ biến trên các tuyến đường có mật độ, tải trọng xe chạy lớn trong khu vực. Nếu chất lượng mặt đường được cải thiện sẽ giúp tăng tuổi thọ kết cấu, hạn chế công tác duy tu, sửa chữa nhằm tiết kiệm

Abstract - With the results of both theoretical and practical studies on intensity parameters of asphalt concrete and the influence of these factors on the intensity of flexible pavements, the paper presents the relationship between the intensity indicators used in design and execution of asphalt concrete road pavements especially the relationship between static elastic modulus, tensile strength and Marshall parameter. Thereby, the authors propose elastic modulus values and tensile strength suitable for types of asphalt concrete popularly used in Vietnam. The research results provide the basis for properly calculating and designing flexible pavements, contributing to saving materials, reducing repair costs and increasing the quality and the performance of asphalt concrete pavements in our country.

Key words - road pavements; asphalt; elastic modulus; tensile strength; compaction coefficient; Marshall.

nguyên vật liệu, nhất là những nguồn vật liệu hóa thạch, hạn chế ô nhiễm môi trường, đó là mục tiêu mà nhóm tác giả mong muốn hướng tới.

2. Kết quả nghiên cứu và khảo sát

2.1. Các phương pháp tính toán thiết kế kết cấu và thi công nghiệm cường độ mặt đường trên thế giới và Việt Nam

BTN có độ cứng và lực dính do sử dụng nhựa đường làm chất liên kết nên có khả năng chống biến dạng, chịu kéo khi uốn và khả năng chống trượt tốt hơn so với các loại vật liệu mặt đường khác. Theo quan điểm của các tác giả của các nước Đông Âu và Liên Xô cũ, BTN là vật liệu đàn hồi nên cùng với nền và móng đường tạo thành bán không gian có khả năng chống biến dạng, từ quan điểm này họ xây dựng thành thành phương pháp (PP) tính toán thiết kế kết cấu mặt đường. Ngoài ra, còn phải kiểm tra khả năng kéo uốn cũng như trượt của lớp vật liệu toàn khối này. Các số liệu phục vụ thiết kế gồm mô đun đàn hồi tĩnh, cường độ kéo uốn của vật liệu, khả năng chống trượt và được khuyến cáo cần thí nghiệm để xác định khi thiết kế cho từng công trình. Việt Nam hiện nay sử dụng phương pháp này với việc kiểm tra điều kiện độ võng đàn hồi cho phép, điều kiện trượt và khả năng chịu kéo uốn của BTN, theo [1].

Quan điểm thiết kế của các nước phương Tây, đặc biệt là Mỹ có khác quan điểm trên là dựa vào mô đun đàn hồi động của BTN [7] và chỉ số sức chịu tải (CBR) của móng đường để tìm ra chỉ số kết cấu, từ đó tìm ra chiều dày kết cấu mặt đường theo phương pháp thực nghiệm. Các số liệu thiết kế chủ yếu sử dụng các tiêu chuẩn ASTM với hệ thống thiết bị rất hiện đại ở nhiều trạng thái chịu lực khác nhau.

Để đánh giá cường độ và kiểm soát chất lượng thi công

BTN, có nhiều phương pháp thí nghiệm khác nhau có thể thực hiện: phương pháp Hveem, phương pháp Marshall [8], phương pháp SuperPAVE [9]. Các phương pháp này được sử dụng để đánh giá chất lượng BTN từ giai đoạn thiết kế thành phần hỗn hợp cho tới thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cường độ và khả năng biến dạng của BTN. Trong đó, phương pháp Marshall hiện vẫn đang được sử dụng trong Tiêu chuẩn thi công nghiệm thu vật liệu BTN nóng của nước ta hiện nay, theo [2], [3] và [8].

2.2. Sơ đồ quy hoạch thí nghiệm.

Bảng 1. Bảng sơ đồ quy hoạch thí nghiệm

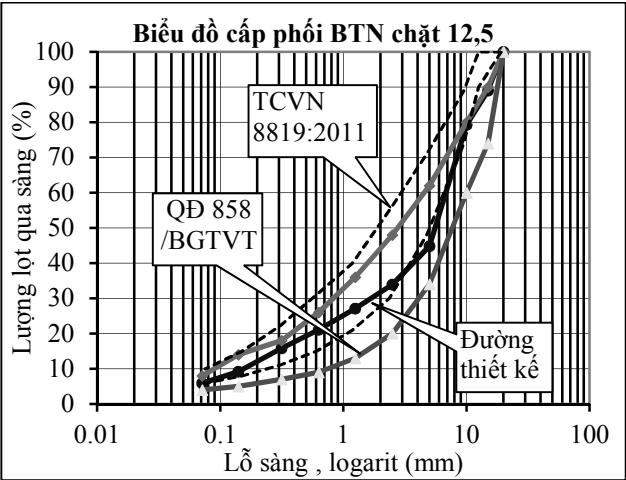
TT	Nội dung	Sơ đồ	Số lượng
Giai đoạn 1	Tuyển chọn vật liệu đầu vào: lựa chọn vật liệu sử dụng cho Quốc lộ 1A tại trạm trộn Công ty 545 với đá Hồ Chuồn, cát Hà Nha, bột khoáng Nghệ An.	BNTC 12,5 BTNC19	Đá: 2 mẫu Cát: 2 mẫu Bột khoáng: 1 mẫu Nhựa: 1 mẫu
	Thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý theo [3].	Đá 19 Đá 12,5 Đá 9,5 Đá 9,5 Cát xay Cát xay Cát sông Cát sông Bột khoáng Bột khoáng	
	Lựa chọn thành phần BTN: Thiết kế thành phần cốt liệu, đúc mẫu với 5 hàm lượng nhựa, thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý để lựa chọn hàm lượng nhựa tối ưu theo [2], [3], [4] &[5].	Cốt liệu + 5 hàm lượng nhựa khác nhau ↓ Cốt liệu + hàm lượng nhựa tối ưu	+ Chế tạo mẫu trụ: 30 mẫu; + Thí nghiệm mẫu trụ: 30 mẫu.
Giai đoạn 2	Chế tạo mẫu thử với thành phần tối ưu đã thiết kế ở giai đoạn 1 với độ chặt khác nhau. Khoan, cắt để tạo các mẫu tương ứng.		Tấm: 10 mẫu; Trụ: 40 mẫu; Dầm: 20 mẫu; E: 20 mẫu;
	Thí nghiệm các chỉ tiêu cường độ S, E, R _{ku} theo [3], [1]. Xác định tương quan giữa các chỉ tiêu cường độ.	Kéo uốn: Marshall: Mô đun đàn hồi:	Marshall: 20 mẫu; E: 20 mẫu; R _{ku} : 20 mẫu;

2.3. Kết quả các thí nghiệm giai đoạn 1: thiết kế thành phần BTN

Với phạm vi nghiên cứu các loại BTN phổ biến và có xét đến điều kiện thi công, nghiệm thu để xác định cường độ, nhóm tác giả đã nghiên cứu cấp phối BTNC12,5 và BTNC19 theo các hướng dẫn về giải pháp khắc phục hiện tượng “hần lún vệt bánh xe” trên những đường ô tô có quy mô giao thông lớn, theo [4], [5]. Kết quả tương ứng với bước thiết kế sơ bộ theo hướng dẫn [2] như sau:

Bảng 2. Thiết kế thành phần vật liệu BTNC12,5

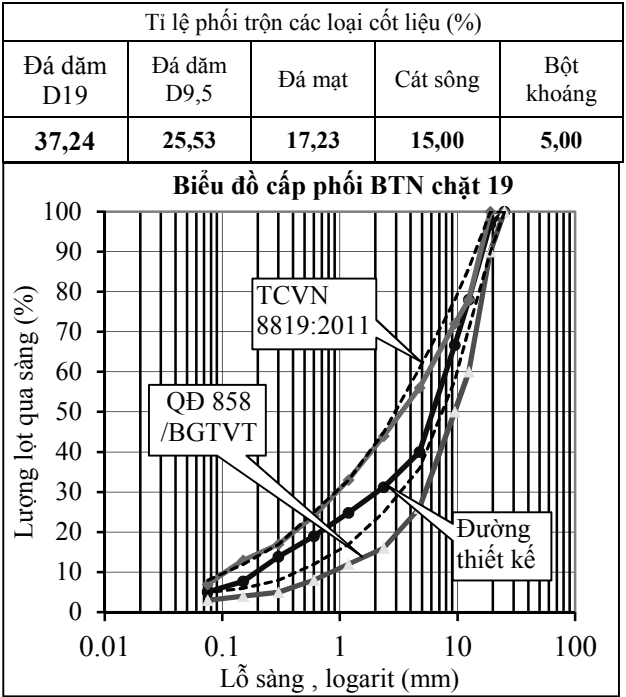
Tỉ lệ phối trộn các loại cốt liệu (%)				
Đá dăm D12,5	Đá dăm D9,5	Đá mặt	Cát sông	Bột khoáng
24,27	36,00	19,57	14,16	6,00



Tỉ lệ nhựa theo hỗn hợp: 4,30÷5,10%, tối ưu 4,60%
Tỉ lệ nhựa theo cốt liệu: 4,49÷5,37%, tối ưu 4,82%

Hình 1. Biểu đồ cấp phối BTN chặt 12,5

Bảng 3. Thiết kế thành phần vật liệu BTNC19



Tỉ lệ nhựa theo hỗn hợp: 3,80÷4,60%, tối ưu 4,10%
Tỉ lệ nhựa theo cốt liệu: 3,95÷4,82%, tối ưu 4,28%

Hình 2. Biểu đồ cấp phối BTN chặt 19

2.4. Kết quả các thí nghiệm giai đoạn 2: phân tích tương quan giữa các chỉ tiêu cường độ

2.4.1. Chế tạo các mẫu thí nghiệm

Với mục đích tạo ra các nhóm mẫu có độ chặt xấp xỉ nhau để thí nghiệm 3 chỉ tiêu cường độ, nhóm tác giả đã tiến hành chế tạo mẫu tấm BTN kích thước 30x30x5cm bằng thiết bị mô phỏng quá trình thi công BTN ngoài hiện trường của Viện Kỹ Thuật Xây Dựng Hạ Tầng (C.E.I). Các tổ mẫu được chế tạo với độ chặt xoay quanh giá giới hạn khi nghiệm thu BTN, dự kiến độ chặt từ 95% đến 101%, sau đó gia công thành các loại mẫu thử tương ứng quá trình thực hiện như hình sau:



Hình 3. Công tác chế tạo mẫu giai đoạn 2

2.4.2. Thí nghiệm các chỉ tiêu vật lý & 3 chỉ tiêu cường độ

Tiến hành thí nghiệm các mẫu thử bằng các thiết bị tại phòng thí nghiệm Cầu đường. Các thiết bị thí nghiệm đều thỏa mãn yêu cầu theo quy định, được kiểm định đồng bộ và có thí nghiệm đối chứng với Trung tâm kỹ thuật đường bộ 3 (RTC3), kết quả đối chứng sai khác đều dưới 5%.

a. Thí nghiệm xác định kích thước các mẫu thử

Với mẫu trụ đo chiều cao (H), đường kính (D) tại 4 vị trí, tính trung bình các lần đo sử dụng thước kẹp độ chính xác 0,1mm. Tương tự mẫu đầm đo chiều dài (l), chiều cao (h), chiều rộng (b).

b. Thí nghiệm khối lượng thể tích và độ chặt

Sử dụng phương pháp bão hòa bề mặt và cân trong nước thí nghiệm khối lượng thể tích BTN vì vật liệu có độ rỗng còn dư <8%, công thức xác định:

$$\rho_{mb} = 0,997x \frac{K_n}{(1 + \Delta T x K_s)} \times \left(\frac{A}{B - C} \right) \quad (1)$$

A: khối lượng mẫu khô hoàn toàn, tính bằng gam (g);

B: là khối lượng mẫu khô bề mặt, tính bằng gam (g);

C: là khối lượng mẫu cân trong nước, tính bằng gam;

K_n : hệ số điều chỉnh khối lượng riêng của nước, tra Bảng 1, [3], phần 5;

K_s là hệ số giãn nở nhiệt trung bình của BTN, $K_s = 6 \times 10^{-5}$ ml / ml / °C;

$\Delta T = 25 - T$, với T là nhiệt độ của nước trong bể.

c. Thí nghiệm Marshall

Công thức theo [3]: $S = K_H \cdot P$; $F = F_0 - F_1$ (2)

K_H : là hệ số điều chỉnh, nội suy từ Bảng 1, [3], phần 1;

P: là lực nén lớn nhất, dùng máy nén 50,8 mm/phút, chính xác đến 0,1KN; F_0, F_1 : trị số đồng hồ đo độ dẻo chính xác đến 0,01mm.

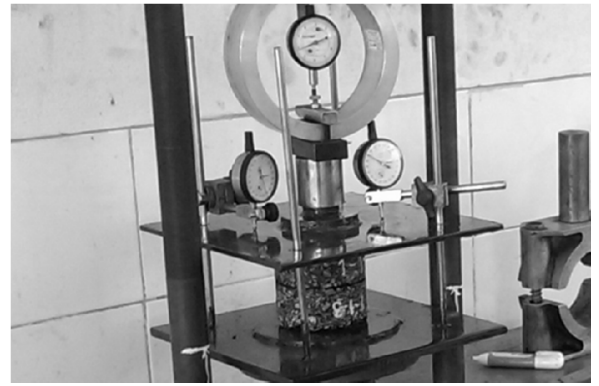
d. Thí nghiệm mô đun đàn hồi

$$\text{Công thức theo [1]: } E = \frac{pH}{L} \quad ; \quad p = \frac{4P}{\pi D^2} \quad (3)$$

D là đường kính mẫu và H là chiều cao mẫu.

P là lực tác dụng lên mẫu dùng máy nén 50 mm/phút, chính xác đến 0,1KN; lấy tương ứng áp lực $p = 0,5$ Mpa.

L: biến dạng đàn hồi, với độ chính xác 0,001mm.

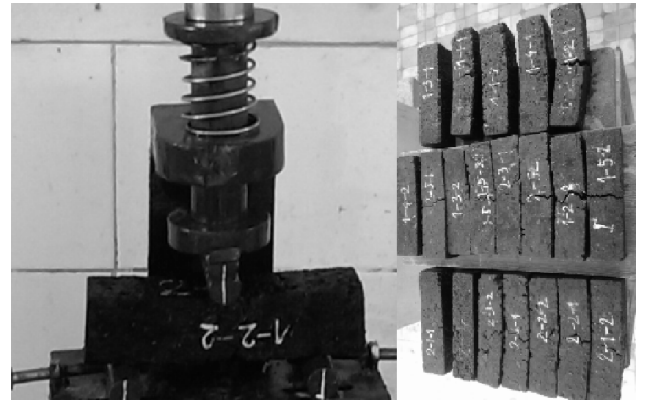


Hình 4. Thí nghiệm mô đun đàn hồi ở 30°C

e. Thí nghiệm cường độ kéo uốn

$$\text{Công thức tính toán theo [1]: } R_{ku} = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2b \cdot h^2} \quad (4)$$

Trong đó P là tải trọng phá hoại mẫu, xác định trên máy nén 100mm/phút, độ chính xác 0,1KN; L là khoảng cách giữa hai gối tựa; b, h là chiều rộng và chiều cao mẫu, xác định chính xác đến 0,1mm.



Hình 5. Thí nghiệm cường độ kéo uốn ở 15°C

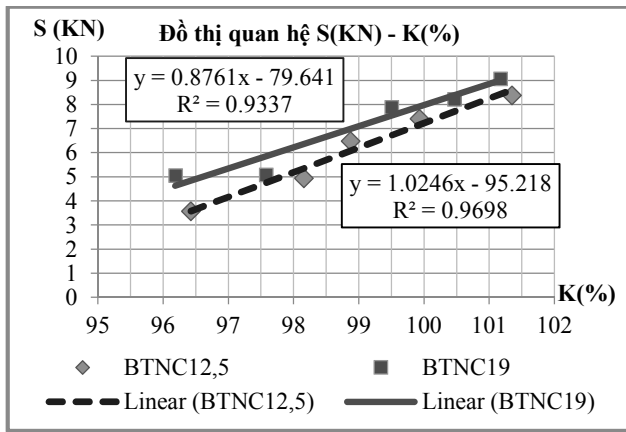
2.5. Kết quả phân tích tương quan giữa các chỉ tiêu thí nghiệm và nhận xét

Tính toán kết quả đúng theo các quy định của [1], [3], xử lý số liệu bằng phần mềm Excel 2010 gồm các bảng tính, vẽ biểu đồ, xác định tương quan thống kê. Kết quả cụ thể như sau:

2.5.1. Tương quan giữa độ ổn định và độ chặt

Bảng 4. Tổng hợp kết quả thí nghiệm K(%), S(KN)

Tổ mẫu	Loại BTN	H (mm)	D (mm)	K (%)	S (KN)	F (mm)
1-1	C12,5	49,6	98,4	96,4	3,6	3,5
1-2	C12,5	50,5	98,4	98,2	4,9	3,6
1-3	C12,5	50,7	98,3	98,9	6,5	3,1
1-4	C12,5	51,5	98,3	99,9	7,4	3,6
1-5	C12,5	52,1	98,5	101,3	8,4	3,3
2-1	C19	50,5	98,4	96,2	5,1	3,7
2-2	C19	52,0	98,7	97,6	5,1	3,3
2-3	C19	50,4	98,5	99,5	7,9	3,7
2-4	C19	51,1	98,5	100,5	8,2	3,7
2-5	C19	51,3	98,5	101,2	9,1	3,8



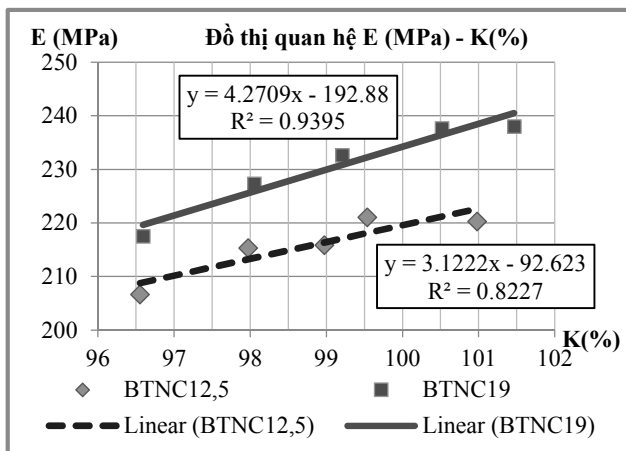
Hình 6. Biểu đồ tương quan $S(KN) - K(\%)$

Biểu đồ Hình 6 cho thấy phương trình có mức độ tương quan rất tốt, quy luật tăng giảm hợp lý, độ ổn định S của BTNC19 cao hơn so với BTNC12,5 cùng độ chặt do cỡ đá dăm lớn hơn và hàm lượng đá dăm lớn hơn 60% so với 55,2% (theo bảng thiết kế).

2.5.2. Tương quan giữa mô đun đàn hồi và độ chặt

Bảng 5. Tổng hợp kết quả thí nghiệm $K(\%)$, $E(MPa)$

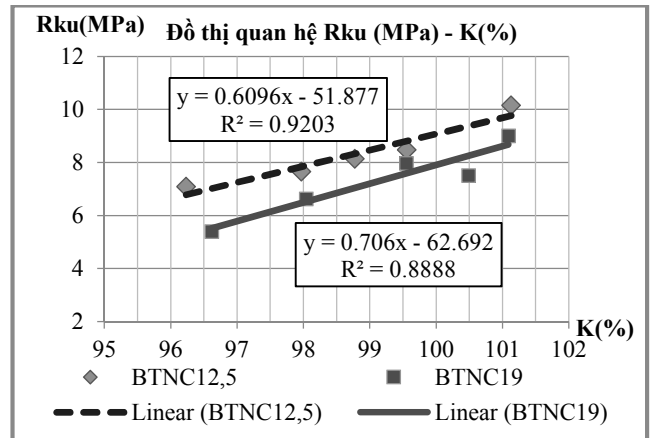
Tổ mẫu	Loại BTN	H (mm)	D (mm)	K (%)	E (MPa)
1-1	C12,5	101,3	98,4	96,5	206,7
1-2	C12,5	102,1	98,5	98,0	215,3
1-3	C12,5	100,6	98,6	99,0	215,9
1-4	C12,5	102,1	98,1	99,5	221,0
1-5	C12,5	102,9	98,3	101,0	220,3
2-1	C19	100,7	98,3	96,6	217,5
2-2	C19	103,0	98,3	98,0	227,3
2-3	C19	102,4	98,8	99,2	232,7
2-4	C19	103,9	98,6	100,5	237,7
2-5	C19	103,3	98,5	101,5	238,0



Hình 7. Biểu đồ tương quan $E(MPa) - K(\%)$

Tương tự độ ổn định Marshall, mô đun đàn hồi của BTNC19 cao hơn BTNC12,5 như biểu đồ Hình 7. Đặc biệt trị số mô đun đàn hồi thấp hơn gần 2 lần trị số tham khảo trong phụ lục B [1]. Tuy vậy, so với số liệu C.E.I tiến hành với công trình có vật liệu tương tự lại tương đối phù hợp.

2.5.3. Tương quan giữa cường độ kéo uốn và độ chặt



Hình 8. Biểu đồ tương quan $R_{ku}(MPa) - K(\%)$

Hình 8 cho thấy không giống chỉ tiêu S và E , R_{ku} có trị số lớn hơn nhiều so với trị số tham khảo ở phụ lục B [1]; cường độ kéo uốn của BTNC12,5 lại lớn hơn BTNC19 do sử dụng cốt liệu nhỏ hơn dẫn đến độ đồng nhất cao hơn, tỉ diện lớn, hàm lượng nhựa lớn và mật độ liên kết tốt hơn.

Bảng 6. Tổng hợp kết quả thí nghiệm $K(\%)$, $R_{ku}(MPa)$

Tổ mẫu	Loại BTN	h (mm)	b (mm)	l (mm)	L (mm)	K (%)	R_{ku} (MPa)
1-1	C12,5	49,5	50,2	199,8	140,2	96,2	7,1
1-2	C12,5	49,8	50,6	200,2	140,2	98,0	7,7
1-3	C12,5	48,7	49,9	200,1	140,2	98,8	8,1
1-4	C12,5	49,7	50,3	200,5	140,2	99,6	8,5
1-5	C12,5	46,0	50,4	200,2	140,2	101,1	10,2
2-1	C19	49,4	50,0	203,8	140,4	96,6	5,4
2-2	C19	49,8	50,6	201,3	140,4	98,0	6,6
2-3	C19	49,5	49,5	205,8	140,4	99,6	8,0
2-4	C19	49,7	50,1	204,7	140,4	100,5	7,5
2-5	C19	50,0	51,4	207,9	140,4	101,1	9,0

2.5.4. Tương quan giữa mô đun đàn hồi, cường độ kéo uốn và độ ổn định

Trên cơ sở các số liệu thí nghiệm trình bày ở các Bảng 4,5,6, ta thấy rằng độ chặt trên cùng 1 tổ mẫu xấp xỉ nhau, nhờ vậy có thể xây dựng được tương quan mô đun đàn hồi - độ ổn định, cường độ kéo uốn - độ ổn định như Hình 7, 8.

Theo Hình 9, 10, các biểu đồ cho thấy hệ số tương quan giữa $E-S$, $R_{ku}-S$ không cao bằng các tương quan giữa cường độ và độ chặt, tuy nhiên cũng đạt tốt (trên 80%). Điều này cho thấy việc quy định kiểm tra cường độ theo chỉ tiêu S trong khi trong thiết kế sử dụng chỉ tiêu E , R_{ku} cũng có thể chấp nhận được trong điều kiện hiện nay của nước ta. Tuy nhiên, nếu có điều kiện, đề nghị nên thí nghiệm mô đun đàn hồi ngay trong giai đoạn thiết kế để có độ tin cậy lớn hơn cho kết cấu. Tương tự kết quả khảo sát quan hệ giữa cường độ và độ chặt, BTNC19 có mô đun đàn hồi lớn hơn, nhưng cường độ kéo uốn nhỏ hơn BTNC12,5 có cùng độ ổn định Marshall.

C19	226	6,5	226	6,6	226	6,5
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

3. Kết luận

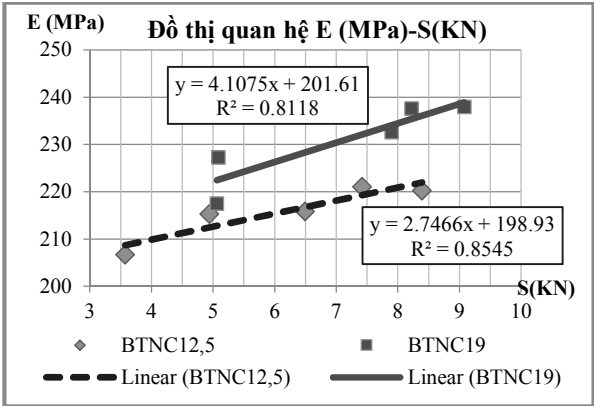
Với phạm vi nghiên cứu 2 loại BTN chặt 12,5 và BTN chặt 19, cho thấy rằng có sự tương quan giữa các chỉ tiêu cường độ với nhau. Các phương trình tương quan giữa các chỉ tiêu cường độ, giữa chỉ tiêu cường độ và độ chặt thể hiện ở các biểu đồ Hình 6-10.

Kiến nghị sử dụng trị số cường độ tính toán BTN gồm mô đun đàn hồi ở 30°C và cường độ kéo uốn ở 15°C thể hiện ở Bảng 7. Các trị số này có sự khác biệt so với trị số tham khảo trong phụ lục B [1], giá trị mô đun đàn hồi nhỏ hơn nhiều so với trị số các tư vấn thiết kế sử dụng để tính toán kết cấu mặt đường hiện nay. Như vậy, ngay cả những công trình có thí nghiệm xác định cường độ tính toán của bê tông nhựa theo [1] cũng cần xét đến hệ số quy đổi nhất định do chất thi công ngoài hiện trường không thể đạt được điều kiện tốt nhất như trong phòng thí nghiệm.

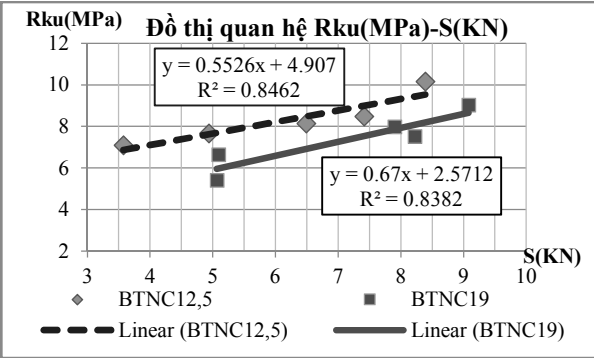
Việc sử dụng phương pháp (PP) xác định cường độ có xét đến điều kiện đánh giá sản phẩm đầu ra đối với vật liệu BTN là cần thiết. Tuy nhiên, để sử dụng cho nhiều loại BTN khác nhau, cần mở rộng nhiều loại vật liệu và nhiều khu vực khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] 22TCN 211:2006: *Áo đường mềm - các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế*.
[2] TCVN8820:2011: Hỗn hợp BTN nóng-thiết kế theo PP Marshall.
[3] TCVN8860:2011: Bê tông nhựa - Phương pháp thử.
[4] Quyết định 858/QĐ-BGTVT về việc hướng dẫn áp dụng hệ thống tiêu chuẩn kỹ thuật hiện hành nhằm tăng cường quản lý chất lượng thiết kế và thi công BTN nóng.
[5] Công văn 9297/BGTVT-KHCN về việc triển khai các giải pháp khắc phục hư hỏng “hằn lún vệt bánh xe”.
[6] TCVN8819:2011: *Mặt đường BTN nóng - thi công nghiệm thu*.
[7] ASTM D7369-11, Standard Test Method for Determining the Resilient Modulus of Bituminous Mixtures by Indirect Tension Test.
[8] AASHTO T 245 - Resistance To Plastic Flow Of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus
[9] T. Paul Teng, P.E. Director, Office of Infrastructure Research and Development, Superpave Mixture Design Guide, 2011.



Hình 9. Biểu đồ tương quan E(MPa) - S(KN)



Hình 10. Biểu đồ tương quan R_{ku}(MPa) - S(KN)

2.6. Đề nghị các đặc trưng cường độ dùng trong tính toán thiết kế cường độ kết cấu mặt đường

Thông qua các phương trình tương quan trên các biểu đồ Hình 7-10 kết hợp với điều kiện nghiệm thu mặt đường BTN [6] là $K \geq 98\%$ và $S \geq 6\text{KN}$; đề nghị sử dụng các trị số mô đun đàn hồi ở 30°C và cường độ kéo uốn ở 15°C dùng trong thiết kế kết cấu mặt đường như Bảng 7.

Bảng 7. Bảng đề nghị các trị số E & R_{ku}

Loại bê tông nhựa	Tỷ tương quan E-K & R _{ku} -K		Tỷ tương quan E-S & R _{ku} -S		Trị số chọn (lấy trị số nhỏ)	
	E (Mpa)	R _{ku} (Mpa)	E (Mpa)	R _{ku} (Mpa)	E (Mpa)	R _{ku} (Mpa)
C12,5	213	7,9	215	8,2	213	7,9

(BBT nhận bài: 30/07/2015, phản biện xong: 13/09/2015)