

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC ĐẾN ĐỘ NHÁM MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG NHỰA

STUDY THE EFFECTS OF WATER TO THE SURFACE FRICTIONAL PROPERTY OF ASPHALT PAVEMENT

Trần Thiện Lưu, Đoàn Thị Nghĩa

Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

Tóm tắt: Độ nhám của mặt đường là yếu tố quan trọng đảm bảo cho điều kiện chạy xe và an toàn. Sự thay đổi độ nhám bởi các yếu tố tác động bất lợi trong quá trình khai thác luôn tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn giao thông. Tình trạng mặt đường bị ẩm ướt là yếu tố môi trường cơ bản nhất được quan tâm khi nhắc đến chất lượng độ nhám mặt đường, đặc biệt đối với loại mặt đường bê tông nhựa. Bài báo trình bày kết quả thực nghiệm đánh giá độ nhám của mặt đường bê tông nhựa loại BTNC 9.5 và BTNC 12.5 thông qua chỉ số sức kháng trượt ở các điều kiện mặt đường khô sạch và ẩm ướt.

Từ khóa: Độ nhám bề mặt, con lắc Anh, sức kháng trượt, bê tông nhựa, an toàn giao thông.

Chỉ số phân loại: 2.4

Abstract: The surface frictional property of asphalt pavement is an important element assuring the quality of its service and the safety of vehicles traveling. During its service life, the frictional property changes due to negative factors, potentially lessening road traffic safety. Pavement's wetness is one of the environmental factors that basically affects to surface frictional property. This paper introduces experimental studies about the surface frictional property of two asphalt dense gradations of nominal particle sizes of 9.5mm and 12.5mm via its skid resistance at wet and dry condition.

Keywords: Surface friction, British Pendulum Skid Testers, Skid resistance, Asphalt, traffic safety.

Classification number: 2.4

1. Giới thiệu

Độ nhám giữa bánh xe với mặt đường thông qua hệ số bám ϕ tạo ra lực bám T góp phần quan trọng giúp cho xe chuyển động, giảm tốc độ hoặc dừng lại được. Độ nhám phù hợp tạo ra sự chuyển động của xe trên đường được an toàn. Mỗi loại vật liệu làm mặt đường có những đặc điểm riêng về độ nhám và chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố.

Mặt đường bê tông nhựa (BTN) được biết đến là loại vật liệu làm mặt đường rất phổ biến trên thế giới và tại Việt Nam, đặc biệt cho đường ô tô và đường cấp cao.



Hình 1.
Nước mưa trên mặt đường BTN.

Yếu tố môi trường cơ bản nhất là bề mặt đường bị ẩm ướt hoặc khô. Nước ta nằm trong vùng khí hậu từ cận nhiệt đới ẩm đến nhiệt đới gió mùa nên mưa khá nhiều. Vì thế tình trạng mặt đường bị ẩm ướt do mưa cũng thường xảy ra, và có cả triều cường thấm ngập tại một số khu vực ở miền Nam. Thực tế cho thấy tai nạn

giao thông xảy ra nhiều hơn vào mùa mưa. Vì vậy thực nghiệm đánh giá độ nhám mặt đường BTN ở các điều kiện mặt đường ẩm ướt là cần thiết và có ý nghĩa.

2. Độ nhám mặt đường bê tông nhựa

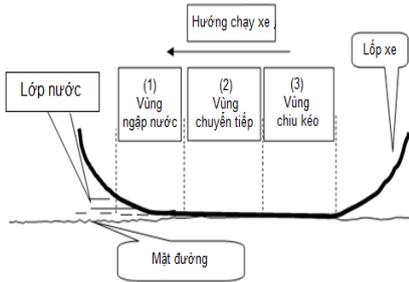
2.1. Độ nhám

Khi phân tích cấu trúc của bề mặt BTN, độ nhám thường được xét dưới hai dạng: thành phần lớn trong khoảng $0,5\text{mm} \div 15\text{mm}$ gọi là nhám thô (nhám vĩ mô) và những thành phần nhỏ hơn $0,5\text{mm}$ là nhám mịn (nhám vi mô).

Độ nhám vĩ mô được xem là độ nhám của toàn thể bề mặt đường được hình thành bởi hình dáng kích thước của các hạt cốt liệu lộ ra trên bề mặt đường. Còn nhám vi mô được xem là độ xù xì của bề mặt hạt cốt liệu lộ ra trên mặt đường ít và khó nhìn thấy.

2.2. Tiếp xúc của bánh xe với mặt đường ẩm ướt

Có nhiều nghiên cứu về tiếp xúc của bánh xe với mặt đường trong điều kiện ẩm ướt. Và nghiên cứu của Jellie (2003) là một điển hình. Theo đó mô hình vệt của lốp xe ướt được thể hiện tại hình 2.



Hình 2.
Mô hình
vết của lớp
xe ướt
(Jellie,
2003).

Trong đó: Vùng (1) ở phần đầu của lớp xe khi chưa có tiếp xúc giữa lớp xe với mặt đường và một nêm nước ở phía trước của lớp có thể được tạo ra. Vùng này cũng gọi là vùng bôi trơn thủy động lực. Lớp xe lăn trên một màng mỏng của nước, độ dày lớp nước giảm dần khi nó được ép ra bằng áp lực thủy tĩnh. Vùng (2), nơi lớp mỏng nước bị gián đoạn cục bộ bởi một số chỗ lồi lõm của cốt liệu, cho phép lớp nước mỏng được thâm nhập. Khu này cũng được gọi là khu bôi trơn thủy động một phần hoặc hỗn hợp. Lực ma sát có thể phát triển do độ nhám vi mô tồn tại trên đầu những chỗ lồi lõm của cốt liệu và phát triển hiệu ứng trễ. Vùng (3), nơi mà nước bị đẩy ra đáng kể, lớp xe tiếp xúc với mặt đường. Vùng này được gọi là khu vực ranh giới của lớp nước bôi trơn. Độ nhám vi mô phải đảm bảo để “phá” lớp nước mỏng nhằm đạt được sự tiếp xúc và cho phép độ nhám vi mô của toàn bộ bề mặt cốt liệu gia tăng ma sát.

Kích thước của ba vùng (1), (2), (3) được xác định theo: Độ dày lớp nước, chiều sâu bề mặt độ nhám vi mô, điều kiện lớp xe, tốc độ xe chạy. Trong phần nghiên cứu của nhóm tác giả sẽ chỉ tập trung vào nghiên cứu đánh giá thực nghiệm về ảnh hưởng của chiều dày màng nước đến độ nhám thông qua chỉ số sức kháng trượt.

2.3. Phương pháp xác định độ nhám

Có hai phương pháp phổ biến xác định độ nhám mặt đường BTN:

- Phương pháp rắc cát thí nghiệm theo [3], đánh giá dạng độ nhám vi mô;

- Phương pháp con lăn Anh (SRT - Skid Resistance Tester) [5], đánh giá dạng nhám vi mô thông qua sức kháng trượt. Đây là phương pháp được sử dụng cho nghiên cứu này.

3. Xác định độ nhám mặt đường bê tông nhựa

Thí nghiệm xác định độ nhám mặt đường BTN được thực hiện trên mẫu thử trong

phòng.

3.1. Chuẩn bị thí nghiệm

- Chuẩn bị mẫu: Mẫu BTN được cắt từ đoạn đường nghiên cứu thực nghiệm của nhóm tác giả ở QL51. Loại BTN sử dụng BTNC 9.5 và BTNC 12.5 thiết kế đạt theo TCVN 8820-2011, được thi công nghiệm thu đạt yêu cầu theo TCVN 8819-2011;

- Mô phỏng mặt đường ẩm ướt tương ứng với các lượng mưa khác nhau là chiều dày màng nước trung bình (h_n - mm) tính theo thể tích nước phun đều trên đơn vị diện tích bề mặt mẫu BTN thí nghiệm.

3.2. Tiến hành thí nghiệm

- Đặt mẫu trên mặt phẳng nhẵn, khô ráo; xác định vị trí cần đo trên mẫu, đặt thiết bị con lăn Anh lên bề mặt mẫu;

- Điều chỉnh con lăn ổn định, thử thiết bị, sau đó thả con lăn trượt trên bề mặt mẫu, ghi lại số đọc trên thang đo. Mỗi điều kiện lặp lại thí nghiệm năm lần và ghi kết quả;

- Điều kiện thí nghiệm trên bề mặt mẫu BTN khô sạch và cho các trường hợp chiều dày màng nước (h_n) thay đổi;

- Nhiệt độ: tất cả các thí nghiệm được thực hiện trong phòng, nhiệt độ $\sim 20^\circ\text{C}$.

Hình ảnh thí nghiệm với thiết bị con lăn Anh thể hiện tại hình 3.



Hình 3. Thí nghiệm sức kháng trượt bằng thiết bị con lăn Anh.

3.3. Kết quả thí nghiệm sức kháng trượt

3.3.1. Loại BTNC 12.5

Kết quả thí nghiệm thể hiện tại bảng 1.

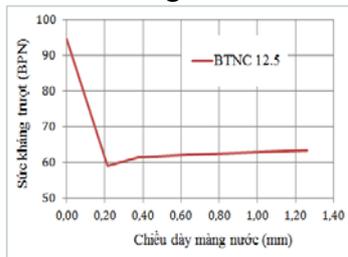
Bảng 1. Sức kháng trượt trên mẫu BTNC 12.5 ở điều kiện khô sạch và các chiều dày màng nước khác nhau.

S T T	Điều kiện thí nghiệm	h_n (mm)	Số đọc BPN (British Pendulum Number)					Trung bình
			Lần					
			1	2	3	4	5	
1	Khô	0	90	96	96	96	95	94.5
2	Âm (có nước)	0.213	58	58	60	60	59	59.0
		0.375	60	62	62	60	62	61.3

S T T	Điều kiện thí nghiệm	h _n (mm)	Số đọc BPN (British Pendulum Number)					Trung bình
			Lần					
			1	2	3	4	5	
		0.629	60	60	62	63	65	62.0
		1.260	62	63	64	64	63	63.3
		14.00	78	76	72	72	74	74.5

Quan sát kết quả trong các lần tăng chiều dày màng nước, sự thay đổi chỉ số sức kháng trượt là không đáng kể.

Tiếp tục mô phỏng cho trường hợp mặt đường bị ngập nước hoàn toàn (ngập 14mm), kết quả cho thấy sức kháng trượt (74.5) không hề giảm đi mà còn tăng lên. Bỏ qua trường hợp riêng này, kết quả thí nghiệm tại bảng 1 thể hiện dưới dạng biểu đồ như hình 4.



Hình 4. Quan hệ giữa chiều dày màng nước đến sức kháng trượt trên bề mặt BTNC 12.5.

Biểu đồ cho thấy bề mặt BTNC 12.5 ẩm ướt làm giảm sức kháng trượt rất đáng kể so với bề mặt khô. Và chiều dày màng nước không ảnh hưởng nhiều đến sự thay đổi sức kháng trượt bề mặt BTNC 12.5.

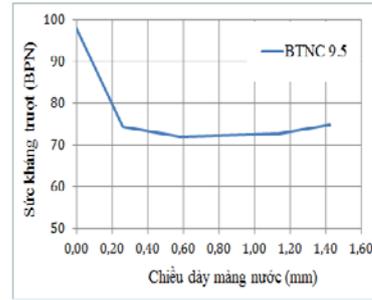
3.3.2. Loại BTNC 9.5

Kết quả thí nghiệm thể hiện tại bảng 2.

Bảng 1. Sức kháng trượt trên mẫu BTNC 9.5 ở điều kiện khô sạch và các chiều dày màng nước khác nhau.

S T T	Điều kiện thí nghiệm	h _n (mm)	Số đọc BPN					Trung bình
			Lần					
			1	2	3	4	5	
1	Khô	0	98	98	97	98	98	97.8
2	Âm (có nước)	0.259	77	73	74	73	75	74.3
		0.581	73	72	70	72	72	71.8
		1.139	73	73	72	72	73	72.5
		1.424	74	74	75	76	75	74.8

Kết quả này được thể hiện dưới dạng biểu đồ tại hình 5.



Hình 5. Quan hệ giữa chiều dày màng nước đến sức kháng trượt trên bề mặt BTNC 9.5.

3.4. Đánh giá kết quả

3.4.1 Loại BTNC 12.5

Mặt đường khô sạch lớp xe giữ tiếp xúc tốt với mặt đường, sức kháng trượt đo được 94.5. Còn khi mặt đường ẩm ướt độ nhám đã giảm mạnh, cụ thể với chiều dày màng nước 0.213mm sức kháng trượt đo được chỉ còn 59.0 (giảm 37.57%). Mặt đường ẩm ướt, giữa tiếp xúc lớp xe với mặt đường có màng nước mỏng, nó hoạt động như một chất bôi trơn và làm giảm diện tích tiếp xúc giữa bề mặt lớp xe với mặt đường, như vậy làm suy giảm độ nhám.

Khi chiều dày màng nước tăng từ 0.213mm ÷ 1.260mm, kết quả sức kháng trượt không giảm mà có xu hướng tăng nhẹ từ 59 - 63.3 (tăng 7.29%). Điều đó cho thấy, chiều dày màng nước đủ để làm suy giảm độ nhám trong một điều kiện cụ thể là có giới hạn. Điều đó càng thấy rõ khi ngập nước hoàn toàn (14mm) thì chỉ số sức kháng trượt là 74.5, tăng so với các mức chiều dày màng nước nhỏ hơn 14mm. Phần nước ngập trên bề mặt mẫu lúc này lại là lực cản đối với con lắc khi được thả xuống làm giảm trượt và chỉ số đọc BPN lớn hơn.

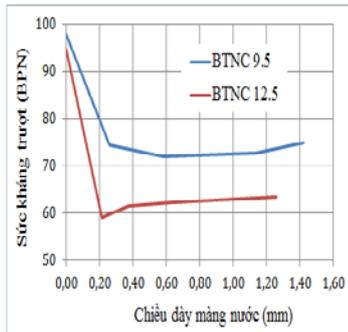
3.4.2 Loại BTNC 9.5

Ảnh hưởng cũng tương tự như BTNC 12.5, ở trạng thái mặt mẫu khô sạch, kết quả sức kháng trượt là 97.8; khi có nguồn ẩm độ nhám giảm mạnh, với chiều dày màng nước 0.259mm chỉ số sức kháng trượt là 74.3 (giảm 24%). Với chiều dày màng nước 0.581mm, sức kháng trượt giảm xuống thấp nhất là 71.8 (giảm 26.58%). Các mức tăng chiều dày màng nước sau đó là 1.139mm, 1.424mm thì sức kháng trượt lại tăng so với mức thấp nhất là 0.97% và 4.18%. Điều đó cũng cho thấy độ nhám mặt đường BTNC 9.5 ít thay đổi bởi các lượng nước khác nhau trên bề mặt đường.

Đánh giá chung: Các kết quả trên cho thấy rất phù hợp với các nghiên cứu trước đây

của Jellie (2003), Harwood cùng đồng nghiệp (1989). Khi cường độ mưa vượt quá 0.1mm/ph, lớp nước mỏng được hình thành có thể có độ sâu khác nhau từ micromet đến mm và ngay cả khi chiều sâu của nước trên mặt đường ít nhất là 0.025mm cũng đã làm giảm độ nhám của lớp xe với mặt đường.

So sánh biểu đồ quan hệ giữa chiều dày màng nước đến sức kháng trượt của 2 loại BTNC 9.5 và BTNC 12.5 thể hiện tại hình 6.



Hình 6. So sánh quan hệ giữa chiều dày màng nước đến sức kháng trượt trên bề mặt loại BTNC 9.5 và loại BTNC 12.5.

Kết quả trên cho thấy độ nhám vĩ mô thông qua sức kháng trượt bề mặt BTNC 9.5 luôn cao hơn BTNC 12.5, cả trong điều kiện mặt đường khô sạch lẫn ẩm ướt.

Xác định độ nhám vĩ mô theo phương pháp rắc cát trên hai mẫu BTN cho kết quả: BTNC 12.5 có $h_{tb} = 0.83\text{mm}$, và BTNC 9.5 có $h_{tb} = 0.73\text{mm}$. Độ nhám vĩ mô xác định được trên bề mặt BTNC 9.5 nhỏ hơn BTNC 12.5. Qua đó cho thấy bề mặt BTNC 9.5 phẳng hơn, độ lồi lõm phân bố cốt liệu bề mặt ít hơn so với BTNC 12.5. Và như vậy bề mặt cốt liệu của BTNC 9.5 đã tạo được diện tiếp xúc với lớp xe lớn hơn so với loại BTNC 12.5. Do tính chất cốt liệu sử dụng để chế tạo hai loại BTN này là giống nhau, nên chính đặc điểm diện tiếp xúc tốt của BTNC 9.5 đã tạo ra độ nhám vĩ mô (thông qua sức kháng trượt) lớn hơn so với loại BTNC 12.5.

4. Kết luận và khuyến nghị

4.1. Kết luận

Kết quả thí nghiệm trên mẫu BTN các loại đã giúp phân tích ảnh hưởng của chiều dày màng nước (được mô phỏng theo lượng mưa) đến độ nhám bề mặt đường BTN.

Nước đã làm suy giảm đáng kể độ nhám mặt đường BTN so với trạng thái khô, giảm trung bình 26.58% và 35.13% tương ứng BTNC 9.5 và BTNC 12.5. Lượng nước trên bề mặt không ảnh hưởng lớn đến sự thay đổi độ nhám mặt đường BTN. Chiều dày màng nước

thay đổi từ 0.259mm ÷ 1.424mm thì sức kháng trượt cũng chỉ chênh lệch 4.18% với BTNC 9.5, với BTNC 12.5 chiều dày màng nước thay đổi trong khoảng 0.213mm ÷ 1.260mm thì sức kháng trượt cũng chỉ chênh lệch 7.29%. Trong trường hợp mặt đường ngập hẳn (loại BTNC 19.5) chiều dày màng nước 14mm thì sức kháng trượt không giảm mà có xu hướng tăng.

Độ nhám vĩ mô thông qua sức kháng trượt bề mặt loại BTNC 9.5 cao hơn BTNC 12.5, trong điều kiện mặt đường khô sạch cao hơn 3.49%, điều kiện ẩm ướt trung bình cao hơn 19.46%.

Sức kháng trượt mặt BTN khi có nguồn ẩm giảm xuống thấp nhất lần lượt ở các chiều dày màng nước là 0.581mm (BTNC 9.5) và 0.213mm (BTNC 12.5).

Kết quả nghiên cứu này làm nền tảng để bổ sung thêm các thí nghiệm tiếp theo nhằm phổ quát và tăng độ tin cậy kết quả thí nghiệm. Từ đó có thể tính toán lại hệ số nhám ϕ của mặt đường BTN nhằm xác định vận tốc giới hạn đảm bảo an toàn chạy xe trong điều kiện trời mưa hoặc mặt đường ngập nước.

4.2. Khuyến nghị

Tăng cường các thí nghiệm nhằm xác định đầy đủ sự thay đổi sức kháng trượt mặt đường BTN ở điều kiện ẩm ướt và xét thêm các điều kiện bất lợi khác.

Cần tính toán vận tốc giới hạn và có khuyến cáo về tốc độ xe chạy an toàn khi trời mưa hoặc mặt đường BTN bị ẩm ướt □

Tài liệu tham khảo

- [1] Bộ khoa học và Công nghệ, TCVN 8819-2011, *Mặt đường bê tông nhựa nóng - yêu cầu thi công và nghiệm thu*;
- [2] Bộ khoa học và Công nghệ, TCVN 8820-2011, *Hôn hợp bê tông nhựa nóng - thiết kế theo phương pháp Marshall*;
- [3] Bộ khoa học và Công nghệ, TCVN 8866-2011, *Mặt đường ô tô - xác định độ nhám mặt đường bằng phương pháp rắc cát - thử nghiệm*;
- [4] Đoàn Thị Nghĩa (2017), Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật, "Nghiên cứu ảnh hưởng của lượng nước bề mặt đến độ nhám lớp mặt bê tông nhựa", Trường Đại học GTVT TP.HCM;
- [5] ASTM E303-93 (2013), "Standard test method for measuring surface frictional properties using the British pendulum tester".
- [6] Majed Msallam, Ibrahim Asi, and Dana Abudayyeh (2015), "Safety Evaluation (Skid Resistance) of Jordan's National Highway Network", *Jordan Journal of Civil Engineering*, Volume 11, No. 2, 2017.

Ngày nhận bài: 23/12/2017

Ngày chuyển phản biện: 25/12/2017

Ngày hoàn thành sửa bài: 15/1/2018

Ngày chấp nhận đăng: 22/1/2018