

# Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí đến mặt đường bê tông nhựa

ThS. TRẦN VĂN THIÊN  
TS. NGUYỄN THỐNG NHẤT  
Trường Đại học Tôn Đức Thắng

**Tóm tắt:** Ảnh hưởng của nhiệt độ đến tính chất cơ lý của mặt đường bê tông nhựa.

Các kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước về ảnh hưởng của nhiệt độ đến tính chất của bê tông nhựa, trong đó đặc biệt chú trọng đến giá trị mô đun đàn hồi của bê tông nhựa.

Kết quả thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi tĩnh của bê tông nhựa (C20) được sử dụng phổ biến ở thành phố Hồ Chí Minh.

Kết quả đo nhiệt độ trong các lỗ khoan trên mặt đường bê tông nhựa của đường Hoàng Hoa Thám, quận Bình Thạnh, TP. Hồ Chí Minh.

**Abstract:** The influence of air temperature to mechanical and physical properties of the asphalt surface of the roads.

The researches of Vietnamese and foreign researchers about the influence of temperature upheaval on the structure of the asphalt surface of the roads, especially focus on the value elastic module.

The results of experiment defining the asphalt surface of the roads (C20) are constantly used in Ho Chi Minh city.

The results of temperature measurement on the asphalt surface of Hoang Hoa Tham street, Binh Thanh district, Ho Chi Minh city.

## 1. Đặt vấn đề

Trong quá trình xây dựng và cải tạo mạng lưới đường ô tô nước ta hiện nay, vật liệu bê tông nhựa được sử dụng rất phổ biến. Trên 80% chiều dài các tuyến đường quốc lộ, tỉnh lộ, đường đô thị là bê tông nhựa.

Tính chất của bê tông nhựa phụ thuộc vào thành phần cấp phối, chất kết dính (nhựa đường), công nghệ chế tạo, chế độ nhiệt, độ lớn tải trọng và thời gian tác dụng của tải trọng. Tính chất đặc trưng của nó là đàn hồi - nhớt.

+ Tính đàn hồi: Khi lực tác dụng nhanh và giá trị ứng suất nhỏ, nhiệt độ hỗn hợp không cao, vật liệu có tính đàn hồi là chủ yếu.

+ Tính đàn hồi nhớt: Khi các lực tác dụng chậm và giá trị ứng suất lớn, nhiệt độ hỗn hợp cao, vật liệu cơ bản có tính nhớt dẻo.

Vì thế, việc tạo được mặt đường bê tông nhựa có chất lượng, có cường độ ổn định và tuổi thọ cao, vốn đầu tư thấp là điều quan tâm của các nhà xây dựng cầu đường nước ta.

Trong thực tế, xây dựng đường ở nước ta còn một số tồn tại cần được nghiên cứu giải quyết cho mặt đường bê tông nhựa như sau:

+ Rạn nứt mặt đường, các vết rạn nứt dọc, nứt ngang, hoặc nứt thành mạng lưới.

+ Biến dạng dãn ụ, lún vết bánh xe, mặt đường bị

lượn sóng.

+ Khuyết tật bề mặt, mặt đường bị mòn, bong tróc cốt liệu.

Nguyên nhân gây các hư hỏng có thể là do khảo sát thiết kế, thi công, sử dụng vật liệu không đúng qui cách, bảo dưỡng không kịp thời và đúng kỹ thuật, tình trạng vượt tải và kẹt xe thường xuyên. Ngoài ra còn do tác động của môi trường trong đó mặt đường là việc ở nhiệt độ cao là yếu tố quan trọng cần quan tâm.

Trong khuôn khổ của bài báo này, chúng tôi đề cập đến nhiệt độ môi trường có ảnh hưởng đến tính chất cơ lý của bê tông nhựa.

Việt Nam nằm trong khu vực Đông Nam Á, kéo dài từ vĩ tuyến 8° đến vĩ tuyến 23°, có khí hậu nhiệt đới, nóng ẩm, có gió mùa.

Ở miền Bắc, mùa nóng kéo dài từ tháng 5 đến tháng 9 hàng năm. Tại Hà Nội và phần lớn các tỉnh miền Bắc, nhiệt độ không khí tăng lên rất cao. Những tháng này, tháng nóng nhất là tháng 6 và tháng 7, nhiệt độ không khí dao động từ 26°C đến lớn hơn 32°C chiếm từ 100 - 120 ngày; lượng bức xạ tổng cộng rất lớn, có thể đến 950 - 1.080 kcal/m<sup>2</sup>.h. Vào mùa lạnh từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau, nhiệt độ không khí tổng hợp trong mùa đông xuống dưới 8°C. Vào mùa lạnh, ở khu vực Hà Nội và vùng đồng bằng Bắc bộ nhiệt độ thấp, trung bình vào khoảng 14°C.

Ở Nam bộ có vị trí cận xích đạo, chỉ có hai mùa từ tháng 10 năm trước đến tháng 2 năm sau. Mùa khô lượng mưa rất ít, nhiệt độ cao nhất trong ngày 32 - 40°C. Số giờ nắng trung bình trong ngày từ 6 - 8h bức xạ mỗi ngày là 368,5 cal/cm<sup>2</sup>. Nhiệt độ không khí ít thay đổi giữa các tháng trong năm, biên độ dao động từ 5 - 7°C, nhiệt độ trung bình là 27°C.

## 2. Những hạn chế của mặt đường bê tông nhựa khi làm việc ở nhiệt độ cao

Các nhân tố ảnh hưởng đến các đặc tính cơ học của bê tông nhựa phụ thuộc vào nhiệt độ và thời gian tác dụng của tải trọng. Khi nhiệt độ giảm thì cường độ tăng và nhiệt độ tăng thì cường độ giảm. Từ đó, khi chọn các thông số thiết kế mặt đường bê tông nhựa phải xét tới nhiệt độ tính toán của vùng lãnh thổ mà tại đó công trình được xây dựng và xét đến tình hình chịu tải cụ thể của kết cấu mặt đường.

Điều bất lợi nhất của mặt đường bê tông nhựa làm việc ở nhiệt độ cao là cường độ chống trượt giảm, đồng thời còn phải chịu tác dụng của lực ngang khi hãm xe, khởi hành hay tăng tốc. Theo GS. N.N Ivanov, lực ngang có giá trị bằng 60 - 75% lực thẳng đứng và có khi xấp xỉ bằng áp lực bánh xe, dẫn đến mặt đường mất khả năng chống trượt, phát sinh trượt trôi, tạo lượn sóng trên mặt đường. Lúc đó bê tông

chuyển từ trạng thái đàn hồi nhớt sang đàn hồi dẻo.

Khi nghiên cứu những nguyên nhân hư hỏng trước thời hạn của mặt đường bê tông nhựa, V.Kononov đã tổng kết: Ở nhiệt độ không khí cao, nhiều trường hợp trên mặt đường phát sinh những biến dạng dẻo dưới dạng trượt các lớp trên của mặt đường.

Khi chịu ảnh hưởng của nhiệt độ có tính chu kỳ ngày đêm thì lớp bê tông nhựa trong áo đường mềm luôn tồn tại ứng suất nhiệt riêng. Ứng suất này biến đổi luân phiên và ngược chiều nhau tạo nên sự kéo nén ở đáy lớp bê tông nhựa trong áo đường mềm. Ứng suất nhiệt cũng gây ra hiện tượng mỏi nhiệt, lâu dần sẽ góp phần làm cho áo đường xuất hiện rạn nứt hay bong tróc [14].

### 3. Một số kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước

Trên thế giới có nhiều tác giả nghiên cứu ảnh hưởng của biến thiên nhiệt độ không khí ảnh hưởng đến tính chất cơ lý của bê tông nhựa, mà đặc biệt là ảnh hưởng đến giá trị mô đun đàn hồi. Điển hình là các tác giả sau:

Theo kết quả nghiên cứu của L.I.Goreski, quan hệ giữa nhiệt độ hỗn hợp và mô đun đàn hồi tương ứng của bê tông nhựa như sau:

$$E_{b/a} = 28100 \cdot e^{-0,0446 t}$$

Trong đó:  $t^{\circ}\text{C}$  - Nhiệt độ hỗn hợp bê tông nhựa

Trong khi đó bằng nghiên cứu thực nghiệm của L.B Ghezensvay lại đưa ra công thức:

$$E_{b/a} = k (t_{55} - t) - E_{55}$$

Trong đó:  $k$  - Hệ số góc đường thẳng  $E = f(t^{\circ}\text{C})$

$E_{55}$  và  $t_{55}$  là mô đun đàn hồi và nhiệt độ của bê tông nhựa ở  $55^{\circ}\text{C}$ .

Trong quá trình nghiên cứu, M.Rafiloiu (Rumani) đã lập được công thức biểu thị quan hệ giữa mô đun đàn hồi của bê tông nhựa với nhiệt độ và bề dày lớp mặt đường như sau:

$$E_{b/a} = E (1 - 0,03h)(1 - 1,18 \log t/10)$$

Trong đó:  $h$  - Bề dày lớp mặt bê tông nhựa (cm);

$t$  - Nhiệt độ tính toán ( $^{\circ}\text{C}$ );  $E$  - Mô đun đàn hồi.

Khi xem xét ảnh hưởng của thời gian tác dụng tải trọng, của nhiệt độ đối với các đặc tính ứng suất biến dạng của vật liệu hỗn hợp, C.Vander Poel đã kiến nghị sử dụng mô đun độ bền làm chỉ tiêu biểu thị tính chất của vật liệu đàn hồi - dính dẻo. Mô đun độ bền là tỷ số ứng suất và tổng biến dạng của vật liệu trong điều kiện thời gian tác dụng của tải trọng và nhiệt độ đã cho, tức là: [4]

$$S_{t,T} = \left( \frac{\sigma}{\varepsilon} \right)_{t,T}$$

Trong đó:  $S_{t,T}$  - Mô đun độ bền, Mpa;  $\sigma$  - Ứng suất tác dụng, Mpa;  $\varepsilon$  - Tổng biến dạng;  $t$  - Thời gian tác dụng tải trọng, s;  $T$  - Nhiệt độ của vật liệu,  $^{\circ}\text{C}$ .

Ở Việt Nam, biến thiên nhiệt độ không khí ảnh hưởng đến mặt đường bê tông nhựa chưa được quan tâm. Tuy nhiên, một số tác giả cũng có những nghiên cứu thực nghiệm và lý thuyết được kết quả bước đầu.

Kết quả nghiên cứu bằng thí nghiệm trên mẫu bê tông có nhiệt độ khác nhau [3] sau khi xử lý kết quả thí nghiệm đối với bê tông nhựa hạt trung, nhiều đá với quan hệ tương quan  $r = 0,76$ , tác giả đã tìm ra mối quan hệ giữa mô đun đàn hồi và nhiệt độ là:

$$E_{b/a} = 3775 \cdot e^{-0,0076 t}$$

Trong đó:  $t$  - Nhiệt độ của mẫu thí nghiệm.

Bằng cách xây dựng phương trình số tại các lớp kết cấu áo đường bê tông nhựa [6].

+ Biên độ dao động nhiệt các lớp trong kết cấu áo đường giảm dần từ mặt trên cùng đến mặt dưới cùng.

+ Thời điểm đạt giá trị cực đại giảm dần từ mặt trên xuống dưới cùng.

+ Dạng dao động của nhiệt tại các điểm gắn trên mặt không phải hình sin nhưng càng về sâu dạng dao động càng tiến tới dạng hình sin.

Giống như mô đun đàn hồi, khi nhiệt độ tăng cao thì cường độ của bê tông nhựa cũng giảm. Trong Bảng 1 là số liệu thí nghiệm của TS. Trần Đình Bửu nghiên cứu sự thay đổi lực dính, góc nội ma sát và ứng suất cắt ô của bê tông nhựa khi nhiệt độ của hỗn hợp tăng từ  $30 - 60^{\circ}\text{C}$ .

**Bảng 1**

Loại bê tông nhựa	Nhiệt độ thí nghiệm					
	30 $^{\circ}\text{C}$			60 $^{\circ}\text{C}$		
	$\varphi^{\circ}$	C, kg/cm $^2$	$\tau$ (khi $\rho=6\text{kg/cm}^2$ )	$\varphi^{\circ}$	C, kg/cm $^2$	$\tau$ (khi $\rho=6\text{kg/cm}^2$ )
Hạt nhỏ nhiều đá dăm	39	3.4	8	38.4	1.8	6.75
Hạt nhỏ vừa đá dăm	38.3	3.9	8.5	38	2.2	6.85
Hạt nhỏ ít đá dăm	32.3	7.2	10.5	32	3.1	6.6
Bê tông nhựa cát	30	6	9.3	29	2.7	6

Nghiên cứu về “Độ bền khai thác và tuổi thọ kết cấu mặt đường bê tông nhựa” [2] đã cho ta thấy rằng, tính chất cơ lý của nhựa đường chịu ảnh hưởng của nhiệt độ thông qua các chỉ số: Độ kim lún, độ kéo dài, độ nhớt, độ ổn định nhiệt và tính chất hóa cứng và quá trình hóa cứng của nhựa đường trong mặt đường bê tông nhựa.

Từ đó cho ta thấy rằng, đặc tính ứng suất và biến dạng của bê tông nhựa phụ thuộc vào tải trọng, thời gian tác dụng và nhiệt độ của hỗn hợp, ngoài ra còn phụ thuộc vào cấu trúc của nó, tức là phụ thuộc vào thành phần cấp phối, nhựa, công nghệ chế tạo và chế độ nhiệt.

### 4. Kết quả thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi tĩnh và nhiệt độ trong lớp bê tông nhựa dùng phổ biến ở TP. Hồ Chí Minh

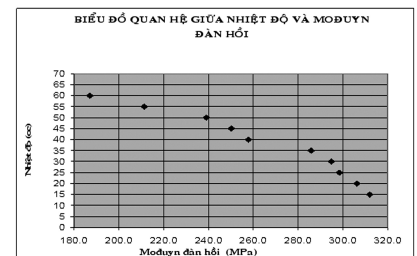
#### 4.1. Thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi (tĩnh) của bê tông nhựa ở nhiệt độ sau ( $15^{\circ}\text{C}$ , $20^{\circ}\text{C}$ , $25^{\circ}\text{C}$ , $30^{\circ}\text{C}$ , $35^{\circ}\text{C}$ , $40^{\circ}\text{C}$ , $45^{\circ}\text{C}$ , $50^{\circ}\text{C}$ , $55^{\circ}\text{C}$ , $60^{\circ}\text{C}$ )

Chúng tôi tiến hành thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi (tĩnh) cho loại bê tông dùng phổ biến tại thị trường TP. Hồ Chí Minh (C20). Thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi của bê tông nhựa theo qui trình 22TCN 72-84.

Biểu đồ quan hệ giữa nhiệt độ và mô đun đàn hồi của mẫu

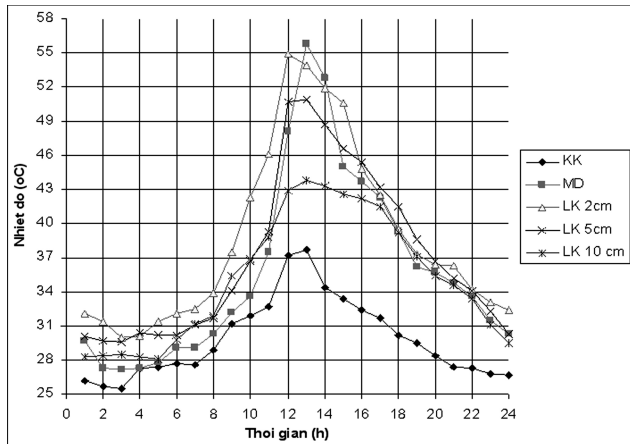
Ngày thí nghiệm: 20/04/2009  
Thực hiện: Trần Văn Thiện

Nhiệt độ ( $^{\circ}\text{C}$ )	Mô đun đàn hồi (Mpa)
15	311,9
20	306,2
25	298,4
30	294,8
35	285,8
40	257,8
45	250,2
50	239,0
55	211,3
60	187,0



#### 4.2. Thí nghiệm đo nhiệt độ không khí, mặt đường và trong các lỗ khoan mặt đường bê tông nhựa ở mặt đường sâu 2cm, 5cm và 10cm, tháng 5 năm 2012

Bằng cách khoan mặt bê tông nhựa của đường Hoàng Hoa Thám, quận Bình Thạnh, TP. Hồ Chí Minh ở độ sâu 2cm, 5cm và 10cm, cho Glixerin vào và đo nhiệt độ trong các lỗ khoan, mặt đường và nhiệt độ không khí được kể quả sau:



## 5. Kết luận và kiến nghị

### 5.1. Kết luận

Với những kết quả trên chúng ta thấy nhiệt độ ảnh hưởng lớn đến tính chất cơ lý của bê tông nhựa. Vì vậy, việc nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ đến những hư hỏng của mặt đường bê tông nhựa là cần thiết.

Nghiên cứu ảnh hưởng của biến thiên nhiệt độ không khí đến qui luật phân bố nhiệt trong các lớp mặt đường bê tông nhựa trong điều kiện khí hậu nóng của Việt Nam để tìm giải pháp tính toán thiết kế kết cấu mặt đường bê tông nhựa phù hợp với điều kiện khí hậu Việt Nam góp phần nâng cao chất lượng khai thác và tăng tuổi thọ của mặt đường bê tông nhựa.

Trên cơ sở nghiên cứu ta có thể xác định nhiệt độ tính toán và tạo ra hỗn hợp bê tông có tính chất cơ lý tương ứng dùng cho mặt đường bê tông nhựa, góp phần tiết kiệm kinh phí xây dựng đường và khai thác hiệu quả hơn cho mặt đường bê tông nhựa ở nước ta.

### 5.2. Kiến nghị

Để có số liệu tin cậy hơn ta nên dùng cảm biến chôn trong kết cấu áo đường mềm theo chiều sâu khác nhau, tiến hành quan trắc sự phân bố nhiệt độ theo chiều sâu và theo thời gian, ta mới có số liệu nhiều hơn, nghiên cứu sâu hơn, hiểu bản chất của vấn đề kỹ hơn và có thể tìm giải pháp cho những hư hỏng mặt đường bê tông do nhiệt độ cao.

Cần có một công trình nghiên cứu toàn diện hơn về sự tác động của nhiệt độ không khí ảnh hưởng đến tính chất cơ lý của hỗn hợp bê tông nhựa mặt đường ô tô, dùng làm cơ sở đưa vào qui trình thiết kế áo đường mềm cho từng vùng miền trong cả nước □

### Tài liệu tham khảo

- [1]. PGS. TS. Phạm Duy Hữu, *Vật liệu xây dựng mới*, NXB. GTVT, 2005.
- [2]. PGS. TS. Trần Thị Kim Đăng, *Độ bền khai thác và tuổi thọ kết cấu mặt đường bê tông nhựa*, NXB. GTVT, 2010.
- [3]. PGS. TS. Nguyễn Xuân Vinh, *Các chuyên đề nâng cao thiết kế đường ô tô*, NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
- [4]. GS. TS. Phạm Duy Hữu, PGS. TS. Đào Văn

Đông, ThS. Nguyễn Ngọc Lan, *Nghiên cứu đánh giá hư hỏng mặt đường bê tông asphalt có liên quan đến xô dón và trượt nút trên một số quốc lộ Việt Nam*, Tạp chí GTVT, số 8/2013.

[5]. TS. Hiromitsu Nakanishi, ThS. Nguyễn Ngọc Lan, *Nâng cao ổn định nhiệt cho bê tông asphalt bằng phụ gia Ta-pack-super (TPS)*, Tạp chí Cầu đường Việt Nam, số 11+12/2012.

[6]. Bộ GTVT, *Qui trình thiết kế áo đường mềm 22TCN 211-06*, NXB. GTVT, 2007.

[7]. *Tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô - TCVN 4054-2005*, NXB. GTVT, 2007.

[8]. Yang H.Huang, *Pavement analysis and Design*, Prentice Hall, 1993.

[9]. David Croney, Paul Crone, *Design and performance of road pavements*, McGraw-Hill, 1991.

[10]. Phạm Duy Hữu, Ngô Xuân Quảng, *Vật liệu xây dựng đường ô tô và đường sân bay*, NXB. Xây dựng, 2004.

[11]. PGS. TS. Phạm Quang Chiêu, *Nhựa đường và các loại mặt đường nhựa*, NXB. Xây dựng, 2011.

[12]. GS. TS. Phạm Duy Hữu, PGS. TS. Vũ Đức Chính, TS. Đào Văn Đông, ThS. Nguyễn Thanh Sang, *Bê tông asphalt và hỗn hợp asphalt*, NXB. GTVT, 2010.

[13]. Trần Văn Thiện, *Nghiên cứu ảnh hưởng của biến thiên nhiệt độ đến trị số mô đun đàn hồi bê tông nhựa và kiến nghị trị số thiết kế trong điều kiện khí hậu TP. Hồ Chí Minh*, Luận án thạc sỹ khoa học kỹ thuật.

[14]. PGS. TS. Trịnh Văn Quang Khảo, ThS. Trần Văn Bảy, *Khảo sát trạng thái nhiệt lớp bê tông nhựa mặt cầu dưới tác động của thay đổi thời tiết bằng PP phần tử hữu hạn*, Tạp chí Cầu đường Việt Nam, số 1+2/2013.

Ngày nhận bài: 20/3/2014

Ngày chấp nhận đăng: 7/4/2014

Người phản biện: TS. Phạm Văn Hùng

## TÍNH VỎ BẰNG PHẦN TỬ...

(Tiếp theo trang 22)

[2]. Nguyễn Văn Hợi, *Cơ sở lý thuyết và các phương pháp tính vỏ đàn hồi*, Học viện Kỹ thuật Quân sự, 1997.

[3]. Hồ Anh Tuấn, Trần Bình, *Phương pháp phần tử hữu hạn*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1978.

[4]. Nguyễn Đức Thắng, *Luận án tiến sĩ kỹ thuật. Nghiên cứu phản ứng động của vỏ thoải trên các liên kết đàn hồi chịu tác dụng của sóng xung kích*, Hà Nội, 2009.

[5]. C.S Krishnamoorthy, *Finite Element Analysis - Theory and Programming*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limite - Newdli, 1995.

[6]. O.C Zienkiewicz & R.L Taylor - *The Finite Element method - Volume 2 Soil mechanics - Fifth edition*, 1991.

Ngày nhận bài: 7/3/2014

Ngày chấp nhận đăng: 27/3/2014

Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Thanh Bình  
PGS. TS. Nguyễn Quốc Bảo