

PHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN NHIỆT TRONG BÊ TÔNG NHỰA MẶT ĐƯỜNG THEO NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT TẠI KHU VỰC NAM BỘ

HEAT CALCULATION EQUATION IN SURFACE CONCRETE IN ACCORDANCE WITH SURFACE TEMPERATURE IN SOUTHERN REGION

TRẦN VĂN THIỆN^(*)

TÓM TẮT: Bài viết trình bày thực nghiệm hiện trường đo đặc nhiệt độ không khí, nhiệt độ mặt đường, nhiệt độ trong bê tông nhựa ở độ sâu 2cm, 5cm, 7cm, các yếu tố ảnh hưởng đến nhiệt độ như độ ẩm và tốc độ gió của một số trạm đo khu vực Thành phố Hồ Chí Minh, tỉnh Bình Dương và tỉnh Long An. Từ đó, tìm phương trình truyền nhiệt trong bê tông nhựa tại khu vực Nam Bộ.

Từ khóa: Nam Bộ, thực nghiệm, nhiệt độ, bê tông nhựa, phương trình.

ABSTRACT: The article presents field experiment of measuring air temperature, surface temperature of road surface, temperature in asphalt concrete at a depth of 2cm, 5cm, 7cm in asphalt concrete, factors affecting temperature as humidity and wind speed at some stations in Ho Chi Minh City, Binh Duong and Long An province. Based on them, we can find the equations for heat transfer in asphalt concrete in the South.

Key words: Southern, experiment, temperature, asphalt, equation.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở nước ta, điều kiện tự nhiên và địa hình đa dạng, sự khác biệt về thời tiết và nhiệt độ trong ngày rất lớn như các vùng Bắc Bộ, Trung Bộ và Nam Bộ, riêng trong từng vùng, miền sự khác biệt trên cũng rất lớn như giữa Đà Lạt với duyên hải miền Trung.

Mô-đun đàn hồi bê tông nhựa là đặc trưng quan trọng của việc tính toán kết cấu áo đường mềm. Trong các tiêu chuẩn thiết kế hiện hành ở nước ta là 22 TCN211-06, trong đó, giá trị mô-đun đàn hồi không đề cập đến ảnh hưởng nhiệt độ của môi trường cho từng khu vực khí hậu

khác nhau mà chỉ đưa ra một giá trị chung áp dụng trên toàn quốc.

Như vậy, việc quy định trị số mô-đun đàn hồi E của bê tông nhựa nói riêng và đặc tính cơ học của bê tông nhựa dựa trên tiêu chuẩn thiết kế mặt đường bê tông nhựa thống nhất trên toàn quốc, không có sự khác biệt giữa các khu vực khí hậu khác nhau. Vì thế, điều này cần được nghiên cứu bổ sung cho phù hợp hơn. Công trình được nghiên cứu từ năm 2015 - 2016 (thực nghiệm trong năm 2015, xử lý số liệu và tìm phương trình hồi quy năm 2016).

^(*) TS. Trường Đại học Văn Lang, Email: tranvanthien@vanlanguni.edu.vn

2. KHÍ HẬU NAM BỘ

Theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia Việt Nam QCVN 02:2009/BXD, Nam Bộ thuộc Vùng II_C - Bao gồm toàn bộ đồng bằng thuộc các tỉnh, thành phố: Đồng Nai, Bình Dương, Bình Phước, Tây Ninh, Thành phố Hồ Chí Minh, Bà Rịa - Vũng Tàu, Vĩnh Long, Trà Vinh, Đồng Tháp, Bến Tre, Long An, Tiền Giang, An Giang, Hậu Giang, Cần Thơ, Sóc Trăng, Kiên Giang, Bạc Liêu và Cà Mau.

Khí hậu cơ bản của khu vực Nam Bộ là nhiệt đới. Nhiệt độ thấp nhất nói chung không dưới 10°C, nhiệt độ cao nhất vượt 40°C ở phía bắc và đạt 35°C - 40°C ở phía nam. Nhiệt độ trung bình năm từ 24°C - 28°C. Số giờ nắng trung bình trong ngày từ 6 giờ đến 8 giờ (trong năm số giờ nắng >2000 giờ), lượng bức xạ tương ứng là 586 KJ/cm². Một năm có hai mùa rõ rệt. Cường độ mưa khá lớn, ít chịu ảnh hưởng của bão [2].

3. QUÁ TRÌNH THỰC NGHIỆM ĐO ĐẠC NHIỆT ĐỘ TRONG BÊ TÔNG NHỰA [1]

3.1. Lựa chọn hiện trường

3.1.1. Địa điểm đặt trạm khảo sát

Căn cứ vị trí địa lý của khu vực Nam Bộ bao gồm hai khu vực là Đông Nam Bộ và Tây Nam Bộ, trong đó Thành phố Hồ Chí Minh là trung tâm của khu vực Nam Bộ. Vì vậy, chúng tôi chọn ba vị trí đặt trạm khảo sát đại diện cho khu vực Nam Bộ là Thành phố Hồ Chí Minh, tỉnh Bình Dương đại diện cho Đông Nam Bộ và tỉnh Long An đại diện cho Tây Nam Bộ.

3.1.2. Trạm khảo sát

Trạm 1, đường Chu Văn An, quận Bình Thạnh, Thành phố Hồ Chí Minh;

Trạm 2, đường quốc lộ 50, tỉnh Long An;

Trạm 3, đường tỉnh lộ 43, huyện Thuận An, tỉnh Bình Dương.

3.1.3. Khối lượng khảo sát

Khu vực Nam Bộ, thời tiết có hai mùa rõ rệt: mùa khô và mùa mưa. Vì vậy, chia làm ba đợt đo cho mỗi mùa. Tổng cộng hai mùa có 6 đợt đo. Thời gian đo mỗi đợt là 5 ngày, mỗi ngày đo suốt 24h (từ 0 giờ đến 24 giờ), 15 phút ghi nhận số liệu một lần.

Để có tính thống nhất, vị trí chọn đặt các trạm đo có kết cấu mặt đường giống nhau, cụ thể là mặt đường bê tông nhựa dày 12cm gồm 5cm bê tông nhựa hạt mịn (hạt nhỏ) lớp trên và 7cm bê tông nhựa thô (hạt vừa) lớp dưới, phần móng là cấp phối đá dăm loại một dày 40cm, bù cao độ bằng cấp phối đá dăm loại hai.

3.2. Phương pháp theo dõi thu thập số liệu nhiệt độ mặt đường và các yếu tố ảnh hưởng

3.2.1. Phương pháp đo

Phương pháp xác định nhiệt độ mặt đường sử dụng thiết bị chuyên dụng. Chôn đầu cảm ứng nhiệt trong lớp bê tông nhựa lúc thi công mặt đường bê tông nhựa và dùng đầu còn lại nối với thiết bị đo tự động. Qua đó, có thể đo liên tục, không giới hạn thời gian và không gian.

Nhiệt độ đo được bằng hai thiết bị OPERATION MANUAL CE 88598, 4 channel K thermometer SD logger. Bố trí 6 đầu đo như sau:

1) Đầu đo nhiệt độ không khí: Ở mỗi trạm đo, cảm biến đo nhiệt đặt ở cao độ 2m cách mặt đường, trong bóng râm, tránh tác động của gió, bức xạ mặt trời và các tác nhân khác.

2) Đầu đo nhiệt độ bề mặt (VT1): Đo nhiệt độ mặt đường bê tông nhựa, đầu đo này được đặt trực tiếp trên mặt đường.

3) Đầu đo nhiệt độ bê tông ở độ sâu 2cm (VT2): Đo nhiệt độ trong bê tông nhựa ở độ sâu 2cm.

4) Đầu đo nhiệt độ bê tông ở độ sâu 5cm (VT3): Đo nhiệt độ trong bê tông nhựa ở độ sâu 5cm.

5) Đầu đo nhiệt độ bê tông ở độ sâu 7cm (VT4): Đo nhiệt độ trong bê tông nhựa ở độ sâu 7cm.

6) Đầu đo nhiệt độ bê tông ở độ sâu 12cm (VT5): Đo nhiệt độ trong bê tông nhựa ở độ sâu 12cm.

Các đầu đo VT2, VT3, VT4, VT5 được đặt tại vị trí đo khi thi công mặt đường bê tông nhựa.

Tất cả các đầu đo được nối với một thiết bị đo tự động. Các số liệu này được ghi lại thành dữ liệu sau mỗi chu kỳ 24 giờ, với thang đo là 15 phút (mỗi 15 phút thiết bị tự động ghi số liệu một lần).

Thông số tốc độ gió và thông số độ ẩm: Ở mỗi trạm đo, đặt thiết bị đo tốc độ gió và thiết bị đo độ ẩm Heat Index ANEMOMETER AN25, EXTECH INSTRUMENTS ở cao độ 2m cách mặt đường.

3.2.2. Dụng cụ đo

Thiết bị khảo sát nhiệt độ: Trên thị trường có nhiều loại cảm biến đo nhiệt độ, việc chọn loại cảm biến nào phù hợp phụ thuộc vào một số yếu tố về độ chính xác, môi trường, khoảng đo nhiệt, giá thành, linh hoạt. Trong đề tài nghiên cứu này, chúng tôi chọn cảm biến kiểu cặp nhiệt điện, loại K, có đặc điểm kỹ thuật như sau:

Độ chính xác yêu cầu: $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$;

Giới hạn khoảng nhiệt độ cần đo: 0°C - 80°C ;

Linh hoạt, dễ lắp ráp;

Giá thành phù hợp.

Máy đo nhiệt từ các đầu đo cảm biến loại K được chọn là loại đa kênh OPERATION MANUAL CE 88598, 4 channel K thermometer SD logger, khả năng lấy mẫu 1s/1 kết quả. Đây là thiết bị có độ tin cậy cao có thể phục vụ khảo sát nhiệt độ dài ngày.

Thiết bị khảo sát độ ẩm không khí và tốc độ gió: Sử dụng thiết bị Heat Index ANEMOMETER AN25, EXTECH INSTRUMENTS. Đo trực tiếp tại hiện trường với thời gian đo là 15 phút/lần.

3.3. Thu thập và xử lý số liệu

3.3.1. Thu thập số liệu

Số liệu đo đặc thực nghiệm nhiệt độ không khí, tốc độ gió và độ ẩm không khí, nhiệt độ trong bê tông nhựa với các độ sâu cách bề mặt lần lượt là 2cm, 5cm, 7cm và 12cm được chuyển thành dữ liệu và lưu vào máy tính.

Tìm phương trình quan hệ giữa nhiệt độ trong bê tông nhựa với nhiệt độ không khí và các yếu tố liên quan bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất, phân tích hồi quy, phân tích phương sai để xác định giá trị các hệ số trong mô hình hồi quy, kiểm tra mô hình theo độ tương thích của chúng.

3.3.2. Xử lý chuỗi số liệu thực nghiệm

Trong việc xử lý các số liệu thực nghiệm, đường cong phân bố thực nghiệm khác với đường cong lý thuyết. Thông thường, với một tập số liệu, người ta xây dựng được một đường cong thực nghiệm. Như vậy, vấn đề đặt ra là đường cong thực nghiệm trên thực tế thể hiện đường cong lý

thuyết nào? Cũng có thể đặt ra vấn đề tương tự ngược lại, đường cong lý thuyết nào phản ánh đường cong thực nghiệm vừa thu được?

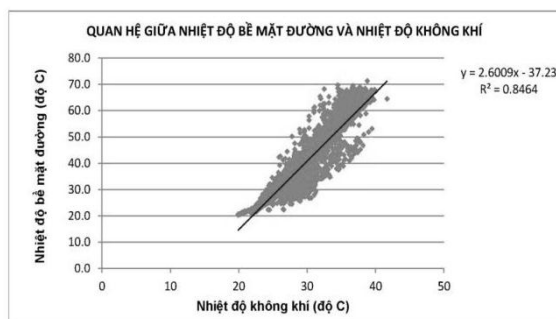
Bài toán “làm trơn” các chuỗi thống kê là bài toán tìm đường cong phân phối lý thuyết mô tả tốt nhất hàm thực nghiệm.

Thông thường, người ta dùng phương pháp bình phương nhỏ nhất, chọn trước dạng đường cong lý thuyết, song chưa xác định cụ thể vì còn phụ thuộc vào nhiều tham số. Do điều kiện xấp xỉ tốt nhất là tổng bình phương độ lệch từ các điểm thực nghiệm với lý thuyết tương ứng là nhỏ nhất để xác định các thông số chưa biết.

Tuy nhiên, việc “làm trơn” chuỗi thống kê này ngày nay được sự trợ giúp của công nghệ, đã có các phần mềm chuyên dụng như MiniTAB giúp xử lý sai số (là các số liệu kỳ dị), rất hiệu quả trước khi tìm phương trình hồi quy thực nghiệm.

4. TỔNG HỢP SỐ LIỆU THỰC NGHIỆM

4.1. Đường biểu diễn quan hệ giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ bề mặt bê tông nhựa



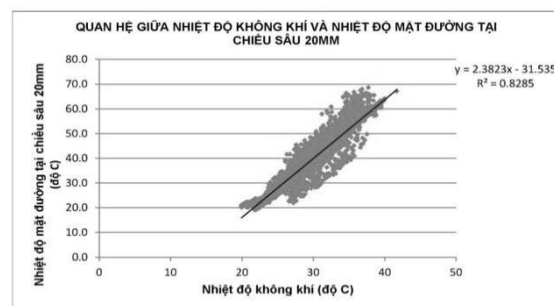
Hình 1. Quan hệ giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ bề mặt bê tông nhựa

Nguồn: nghiên cứu của tác giả

Với đường biểu diễn nhiệt độ không khí và nhiệt độ mặt đường là quan hệ tuyến tính, hệ số tương quan của hai đại

lượng này $R^2 = 93,35\% > 80\%$ là tương quan chặt chẽ.

4.2. Đường biểu diễn quan hệ giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ bê tông nhựa ở sâu 2cm

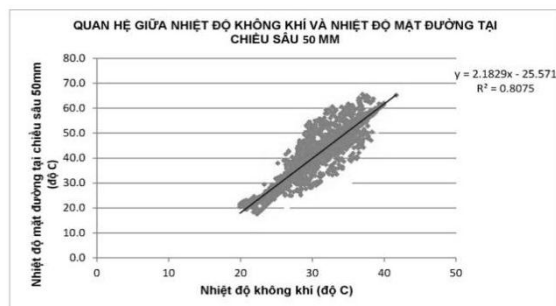


Hình 2. Quan hệ giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 2cm

Nguồn: nghiên cứu của tác giả

Với đường biểu diễn nhiệt độ không khí và nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 2cm cách mặt đường là quan hệ tuyến tính và hệ số tương quan của hai đại lượng này $R^2 = 82,85\% > 80\%$ là tương quan chặt chẽ.

4.3. Đường biểu diễn quan hệ giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ bê tông nhựa ở sâu 5cm

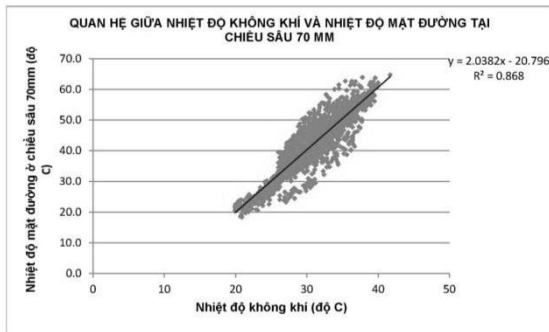


Hình 3. Quan hệ giữa nhiệt độ môi trường và nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 5cm

Nguồn: nghiên cứu của tác giả

Với đường biểu diễn nhiệt độ không khí và nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 5cm cách mặt đường là quan hệ tuyến tính và hệ số tương quan của hai đại lượng này $R^2 = 80,75\% > 80\%$ là tương quan chặt chẽ.

4.4. Đường biểu diễn quan hệ giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 7cm

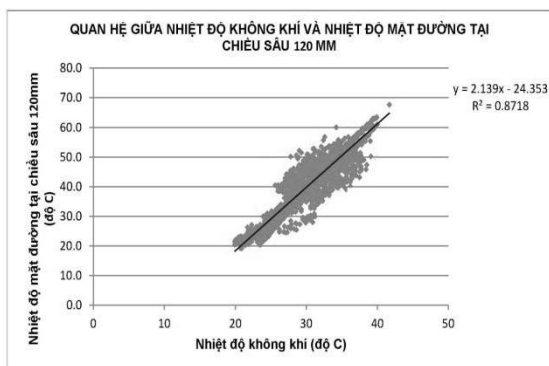


Hình 4. Quan hệ giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 7cm

Nguồn: nghiên cứu của tác giả

Với đường biểu diễn nhiệt độ không khí và nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 7cm cách mặt đường là quan hệ tuyến tính và hệ số tương quan của hai đại lượng này $R^2=86,8\% > 80\%$ là tương quan chặt chẽ.

4.5. Đường biểu diễn quan hệ giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 12cm

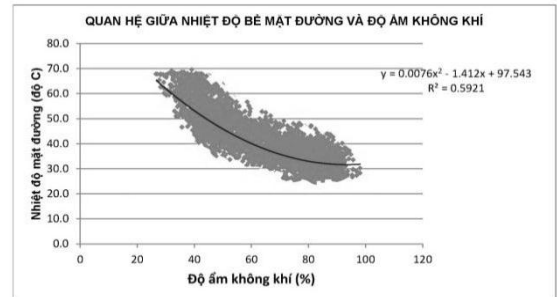


Hình 5. Quan hệ giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 12cm

Nguồn: nghiên cứu của tác giả

Với đường biểu diễn nhiệt độ không khí và nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 12cm cách mặt đường là quan hệ tuyến tính và hệ số tương quan của hai đại lượng này $R^2=87,18\% > 80\%$ là tương quan chặt chẽ.

4.6. Đường biểu diễn quan hệ giữa nhiệt độ mặt đường bê tông nhựa và độ ẩm

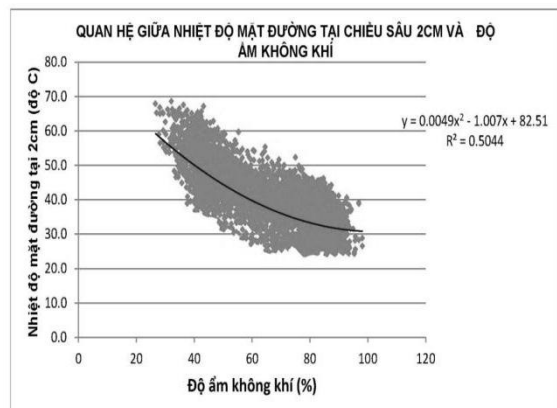


Hình 6. Quan hệ giữa nhiệt độ mặt đường và độ ẩm không khí

Nguồn: nghiên cứu của tác giả

Với đường biểu diễn nhiệt độ mặt đường bê tông nhựa và độ ẩm không khí là quan hệ bậc 2 (phi tuyến) và hệ số tương quan của hai đại lượng này $R^2=59,21\%$.

4.7. Đường biểu diễn quan hệ giữa nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 2cm và độ ẩm

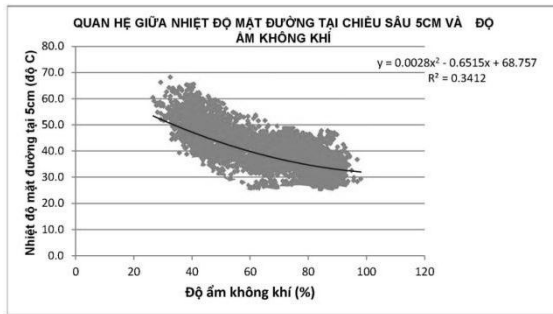


Hình 7. Quan hệ giữa nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 2cm và độ ẩm

Nguồn: nghiên cứu của tác giả

Với đường biểu diễn nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 2cm so với mặt đường và độ ẩm không khí là quan hệ bậc 2 (phi tuyến). Hệ số tương quan của hai đại lượng này $R^2=50,44\%$.

4.8. Đường biểu diễn quan hệ giữa nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 5cm và độ ẩm

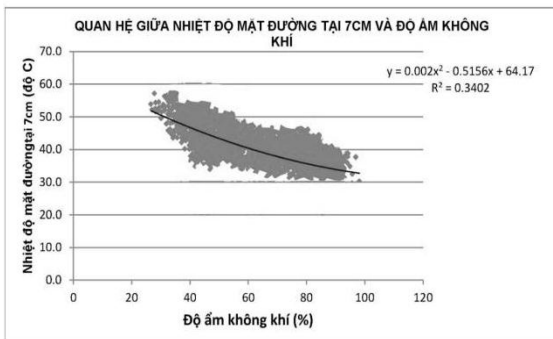


Hình 8. Quan hệ giữa nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 5cm và độ ẩm

Nguồn: nghiên cứu của tác giả

Với đường biểu diễn nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 5cm so với mặt đường và độ ẩm không khí là quan hệ bậc 2 (phi tuyến). Hệ số tương quan của hai đại lượng này $R^2=34,12\%$.

4.9. Đường biểu diễn quan hệ giữa nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 7cm và độ ẩm

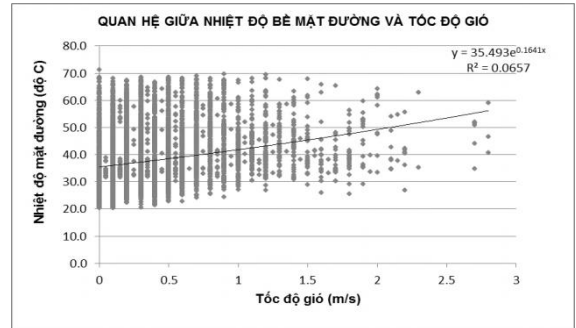


Hình 9. Quan hệ giữa nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 7cm và độ ẩm

Nguồn: nghiên cứu của tác giả

Với đường biểu diễn nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 7cm so với mặt đường và độ ẩm không khí là quan hệ bậc 2 (phi tuyến). Hệ số tương quan của hai đại lượng này $R^2=34,02\%$.

4.10. Đường biểu diễn quan hệ giữa nhiệt độ mặt đường và tốc độ gió

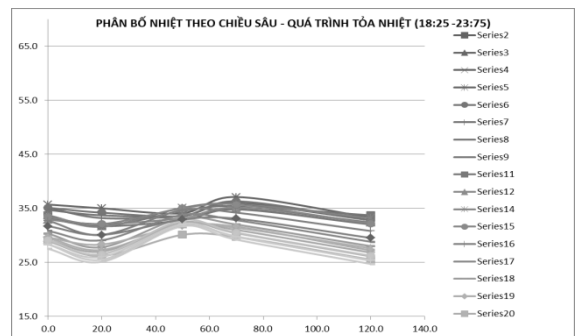


Hình 10. Quan hệ giữa nhiệt độ mặt đường và tốc độ gió

Nguồn: nghiên cứu của tác giả

Với đường biểu diễn nhiệt độ bê tông nhựa mặt đường và tốc độ gió. Hệ số tương quan của hai đại lượng này $R^2=6,57\%$.

4.11. Đường biểu diễn quan hệ giữa nhiệt độ bê tông nhựa theo chiều sâu H



Hình 11. Phân bố nhiệt theo chiều sâu - quá trình tỏa nhiệt

Nguồn: nghiên cứu của tác giả

4.12. Nhận xét số liệu thực nghiệm

Theo đường biểu diễn từ hình 1 đến hình 5, quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt bê tông nhựa cũng như nhiệt độ bê tông nhựa ở độ sâu 2cm, 5cm, 7cm 12cm và nhiệt độ không khí là quan hệ tuyến tính. Quan hệ giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ trong bê tông nhựa là phương trình bậc nhất;

Theo đường biểu diễn ở các từ hình 6 đến hình 9, quan hệ giữa độ ẩm không khí

và nhiệt độ bề mặt cũng như nhiệt độ ở độ sâu 2cm, 5cm và 7cm của bê tông nhựa là quan hệ phi tuyến (bậc 2). Tuy nhiên, hệ số điều chỉnh (R^2) chỉ đạt trung bình, càng về sau càng giảm (hình 8 và hình 9). Phương trình quan hệ giữa độ ẩm và nhiệt độ trong bê tông nhựa là phương trình bậc hai. Vì vậy, khi lập phương trình hồi quy nhiệt độ trong bê tông nhựa theo chiều sâu H không xét đến độ ẩm;

Hình 10, nhiệt độ trong bê tông nhựa và tốc độ gió không tìm được mối quan hệ, $R^2 = 0.065$. Tốc độ gió không có ảnh hưởng đến nhiệt độ mặt đường, thể hiện ở mối quan hệ đơn, không có hàm xác định. Có thể loại bỏ yếu tố vận tốc gió trong phương trình hồi quy;

Từ đường biểu diễn ở các hình 11, quan hệ của nhiệt độ trong bê tông nhựa theo độ sâu của lớp bê tông nhựa mặt đường là quan hệ phi tuyến tính dạng hàm logarit;

Quá trình phân bố nhiệt trong bê tông nhựa theo quá trình tỏa nhiệt và hấp thụ nhiệt của mặt đường bê tông nhựa: quá trình hấp thụ nhiệt từ khoảng 9 giờ đến 17 giờ, khi nhiệt độ không khí cao và độ ẩm thấp và quá trình tỏa nhiệt từ 17 giờ đến 9 giờ sáng ngày hôm sau;

Mặt khác, do tính chất phức tạp của bài toán truyền nhiệt, truyền ẩm tại mặt đường bê tông nhựa (nếu giải đầy đủ, cần có ít nhất 4 phương trình vi phân cùng một lúc, trong đó 2 phương trình truyền nhiệt và truyền ẩm trong không khí và 2 phương trình truyền nhiệt và truyền ẩm trong bê tông nhựa). Trong khuôn khổ bài báo, chúng tôi chỉ đề cập đến khía cạnh thực nghiệm.

5. PHƯƠNG TRÌNH TRUYỀN NHIỆT

5.1. Nhiệt độ trên bề mặt bê tông nhựa (T_{md}), nhiệt độ không khí (T_{kk}) và độ ẩm không khí (W) [1]

Kết quả tổng hợp của 6 đợt khảo sát nhiệt độ không khí, nhiệt độ trong bê tông nhựa và độ ẩm tại các trạm ở Thành phố Hồ Chí Minh, Bình Dương và Long An, thu được 5730 bộ số liệu từ 6 đầu đo.

Qua nhận xét ở mục 4.12, dạng phương trình thực nghiệm nhiệt độ bề mặt của mặt đường bê tông nhựa có dạng:

$$T = f(T_{kk}, W) = aT_{kk} + bW^2 + cW + d$$

Giải phương trình hồi quy, dạng $T = aT_{kk} + bW^2 + cW + d$ bằng phương pháp bình phương cực tiểu. Phương pháp này nhằm xác định các hệ số a , b , c , và d sao cho tổng bình phương của các sai số nói trên là bé nhất, nghĩa là:

$$S = \sum_1^n v^2 = \sum_1^n (aT_{kk} + bW^2 + cW + d)^2 \rightarrow \min$$

Với sự hỗ trợ của phần mềm MiniTAB, tìm được phương trình hồi quy thực nghiệm của nhiệt độ mặt đường, nhiệt độ không khí và độ ẩm như sau:

$$T_{md} = 2.271T_{kk} + 0.005W^2 - 0.799W \quad (5.1)$$

$$T_{kk}: 22^\circ\text{C}-40^\circ\text{C}; W: 33\%-97\%$$

Với hệ số p rất nhỏ (<0.0005), hệ số $R^2 = 66.6\%$ và hệ số điều chỉnh $R^2_{\text{điều chỉnh}} = 66.6\%$ đảm bảo độ tin cậy $CI = 95\%$.

Trong đó: T_{md} -nhiệt độ cần tính trên bề mặt mặt đường ($^\circ\text{C}$); T_{kk} -nhiệt độ không khí ($^\circ\text{C}$); W -độ ẩm không khí (%).

5.2. Nhiệt độ của tầng mặt bê tông nhựa phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường và chiều sâu H bất kỳ, bê tông nhựa trong quá trình tỏa nhiệt

Kết quả tổng hợp của 6 đợt khảo sát nhiệt độ môi trường, nhiệt độ trong bê tông nhựa tại các trạm ở Thành phố Hồ Chí Minh, Bình Dương và Long An, thu được 3781 bộ số liệu từ 6 đầu đo của quá trình tỏa nhiệt (từ 17 giờ đến 9 giờ sáng hôm sau).

Qua nhận xét (mục 4.12), dạng phương trình thực nghiệm nhiệt độ của bê tông nhựa ở độ sâu H bất kỳ, bê tông trong quá trình tỏa nhiệt có dạng như sau:

$$T_h = f(T_{kk}, H) = aT_{md} + b \ln(H+1) + c$$

Phương trình hồi quy thực nghiệm của nhiệt độ trong bê tông nhựa mặt đường như sau:

$$T_h = 3.324 + 0.897T_{md} + 0.311 \ln(H+1) \quad (5.2)$$

$T_{kk}: 22^\circ\text{C}-29^\circ\text{C}$

Với hệ số p rất nhỏ (<0.0005), hệ số $R^2 = 70.97\%$ và hệ số điều chỉnh

$R^2_{\text{điều chỉnh}} = 70.97\%$ đảm bảo độ tin cậy CI = 95%.

Trong đó: T_h -nhiệt độ cần tính ở độ sâu H cách mặt đường ($^\circ\text{C}$); H-chiều sâu (mm); T_{md} -nhiệt độ mặt đường ($^\circ\text{C}$).

5.3. Nhiệt độ của tầng mặt bê tông nhựa phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường và chiều sâu H bất kỳ, bê tông nhựa trong quá trình thu nhiệt

Kết quả tổng hợp từ 6 đợt khảo sát nhiệt độ môi trường, nhiệt độ trong bê tông nhựa và độ ẩm tại các trạm ở Thành phố Hồ Chí Minh, Bình Dương và Long An được 1949 bộ số liệu từ 6 đầu đo của quá trình thu nhiệt (từ 9 giờ đến 17 giờ).

Qua nhận xét (mục 4.12), dạng phương trình thực nghiệm nhiệt độ của bê tông nhựa ở độ sâu bất kỳ, bê tông nhựa trong quá trình thu nhiệt có dạng như sau:

$$T_h = f(T_{kk}, H) = aT_{md} + b \ln(H+1) + c$$

Phương trình hồi quy thực nghiệm của nhiệt độ trong bê tông nhựa mặt đường như sau:

$$T_h = 10.047 + 0.80T_{md} - 0.947 \ln(H+1) \quad (5.3)$$

$T_{kk}: 28^\circ\text{C}-40^\circ\text{C}$

Với hệ số p rất nhỏ (<0.0005), hệ số $R^2 = 82.93\%$ và hệ số điều chỉnh $R^2_{\text{điều chỉnh}} = 82.93\%$ đảm bảo độ tin cậy CI = 95%.

Trong đó:

T_h -nhiệt độ cần tính ở độ sâu H cách mặt đường ($^\circ\text{C}$); H-chiều sâu (mm); T_{md} -nhiệt độ mặt đường ($^\circ\text{C}$).

6. KẾT LUẬN

Việc nghiên cứu sự phân bố nhiệt trong bê tông nhựa về lý thuyết gặp nhiều khó khăn và phức tạp do môi trường vật liệu mặt - nền đường và các yếu tố ảnh hưởng. Hầu hết các nghiên cứu trên thế giới và trong nước đều tiến hành theo hướng thực nghiệm để nghiên cứu phân bố nhiệt trong bê tông nhựa.

Phân bố nhiệt trong lớp bê tông nhựa mặt đường phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Đối với một số khu vực cụ thể, yếu tố tự nhiên chủ yếu có ảnh hưởng đến phân bố nhiệt theo chiều sâu trong lớp bê tông nhựa mặt đường là nhiệt độ không khí, độ ẩm môi trường.

Có thể xác định nhiệt độ mặt đường bằng phương trình sau khi biết nhiệt độ không khí (T_{kk}) và độ ẩm (W).

$$T_{md} = 2.271T_{kk} + 0.005W^2 - 0.799W$$

$T_{kk}: 22^\circ\text{C}-40^\circ\text{C}; W: 33\%-97\%$

Ngoài ra, có thể xác định nhiệt độ trong bê tông nhựa bằng phương trình hai phương trình sau thông qua nhiệt độ bề mặt (T_{md}) mặt đường. Hiện nay, có nhiều thiết bị để xác định nhiệt độ bề mặt (T_{md}) mặt đường có độ chính xác cao như máy đo hồng ngoại.

$$T_h = 3.324 + 0.897T_{md} + 0.311\ln(H+1)$$

$$T_{kk}: 22^{\circ}\text{C}-29^{\circ}\text{C}$$

Và phương trình:

$$T_h = 10.047 + 0.80T_{md} - 0.947\ln(H+1)$$

$$T_{kk}: 28^{\circ}\text{C}-40^{\circ}\text{C}$$

Trong đó:

T_h -nhiệt độ cần tính ở độ sâu H cách mặt đường ($^{\circ}\text{C}$); H-chiều sâu (mm); T_{md} -nhiệt độ mặt đường ($^{\circ}\text{C}$); W-độ ẩm.

Các kết quả nghiên cứu xây dựng quan hệ giữa nhiệt độ trong lớp bê tông nhựa mặt đường theo chiều sâu phụ thuộc vào một

hay một nhóm các yếu tố khí hậu cơ bản, cũng như là quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt mặt đường tại các vị trí được xem là quan trọng. Vì bề mặt mặt đường là vị trí tiếp xúc trực tiếp với bánh xe, nơi dễ xảy ra hiện tượng trượt - xô dón vật liệu, hay tại chiều sâu 2cm dưới bề mặt đường, là vị trí được xem là có nhiệt độ cao nhất có ý nghĩa đối với công tác thiết kế kết cấu mặt đường. Trên cơ sở mối quan hệ của phương trình truyền nhiệt, tùy thuộc vào nhiệt độ bề mặt mặt đường, người thiết kế có thể xác định nhiệt độ khai thác thực tế của từng khu vực xây dựng công trình để có nhiệt độ tính toán tương ứng với kết cấu mặt đường nhằm lựa chọn các giá trị thông số tính toán của vật liệu bê tông nhựa thích hợp cho mỗi lớp bê tông nhựa mặt đường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Văn Thiện (2017), *Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ không khí khu vực Nam Bộ đến thiết kế, khai thác kết cấu áo đường bê tông nhựa*.
2. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia Việt Nam QCVN 02:2009/BXD (2009), Hà Nội.
3. William Herb, Mihai Marasteanu and Heinz G.Stefan (2006), *Simulation and Characterization of Asphalt Pavement Temperatures*, Project Report No.480, University of Minnesota.
4. W.T. Van Bijsterveld, L.J.M. Houben, A. Scarpas, et al (2001), *Using pavement as solar collector: effect on pavement temperature and structural response*, Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board 1778 (1).

Ngày nhận bài: 06/11/2017. Ngày biên tập xong: 15/11/2017. Duyệt đăng: 02/01/2018