

Cải thiện một số chỉ tiêu khai thác của mặt đường bê tông xi măng có sử dụng phụ gia nano SiO₂ và silica Fume khu vực miền Tây Nam bộ

■ **ThS. NCS. TRẦN HỮU BÀNG** - *Khu Quản lý Giao thông Đô thị số 1*

■ **PGS. TS. LÊ VĂN BÁCH** - *Phân hiệu Trường Đại học Giao thông vận tải tại TP. Hồ Chí Minh*

■ **PGS. TS. NGUYỄN QUANG PHÚC; TS. LƯƠNG XUÂN CHIẾU** - *Trường Đại học Giao thông vận tải*

TÓM TẮT: Một số chỉ tiêu khai thác của mặt đường bê tông xi măng (BTXM) có sử dụng phụ gia nano SiO₂ (SF) và sự kết hợp hai loại phụ gia nano SiO₂ (NS) + silica Fume (SF) ảnh hưởng tích cực đến hệ số giãn nở nhiệt (CTE), về cường độ, tính công tác và khả năng chống thấm nước của BTXM. Từ kết quả thực nghiệm trên mẫu BTXM sử dụng phụ gia NS và NS+SF ứng dụng tính toán các dạng kết cấu mặt đường BTXM cho khu vực miền Tây Nam bộ.

TỪ KHÓA: Bê tông xi măng, nano SiO₂ (NS), silica Fume (SF), hệ số giãn nở nhiệt (CTE), tro trấu, Tây Nam bộ.

ABSTRACT: Some targets of exploiting the Cement concrete (BTXM), using nano SiO₂ (SF) and the combination of two nano SiO₂ (NS) + Silica Fume (SF) have a positive influence on the Coefficient of Thermal Expansion (CTE), the strength, workability and water resistance of BTXM. From the experimental results on the sample BTXM, using NS and NS + SF calculate the structural type of road surface BTXM for the Southwestern.

KEYWORDS: Cement concrete, nano SiO₂ (NS), silica Fume (SF), the Coefficient of Thermal Expansion (CTE), Rice husk ash, Southwestern.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hầu hết các vật liệu đều giãn nở hay co lại, ở mọi trạng thái rắn, lỏng, khí đều có sự giãn nở vì nhiệt. Hệ số giãn nở nhiệt của BTXM được định nghĩa là một đại lượng vật lý đặc trưng cho sự thay đổi kích thước của nó khi có sự thay đổi về nhiệt. Do độ giãn nở này là rất nhỏ, khó có thể nhận biết bằng mắt thường nên đơn vị tính của nó được qui ước là microstrains (me) trên đơn vị nhiệt độ.

Mặt đường BTXM nói chung và BTXM sử dụng phụ gia nano SiO₂ và silica Fume nói riêng thuộc loại mặt đường cứng, tầng mặt có độ cứng lớn hơn nhiều so với tầng móng và nền đất [2,5]. Dưới tác dụng của tải trọng và gradient nhiệt độ, tấm BTXM làm việc trạng thái chịu uốn và ở vị trí bất lợi nhất thường ở thớ dưới và vị trí dọc tấm (vào mùa nóng khi có sự chênh lệch nhiệt độ lớn nhất giữa mặt trên và mặt dưới tấm).

Ứng suất uốn vòng xảy ra do chênh lệch nhiệt độ giữa mặt trên và dưới của mặt đường BTXM. Xu hướng uốn này gây ra ứng suất trong mặt đường nhưng các thành phần ứng suất uốn này bị khống chế bởi trong lượng bản thân và phân lực từ lớp nền đất tấm BTXM. Tùy thuộc vào vị trí tác dụng của ngoại lực và thời gian trong ngày, ứng suất uốn có thể tăng đủ lớn gây ra phá hoại trong tấm (theo Yoder và Witczak năm 1975) [9].

Tổng hợp kết quả của nghiên cứu đến một số chỉ tiêu khai thác chủ yếu của mặt đường BTXM sử dụng phụ gia NS từ tro trấu và SF, bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng tích cực của phụ gia NS và SF đến hệ số giãn nở nhiệt (CTE) của BTXM, về cường độ, tính công tác và khả năng chống thấm nước, từ đó kiến nghị các dạng kết cấu mặt đường BTXM sử dụng phụ gia NS từ tro trấu và SF khu vực miền Tây Nam bộ.

2. THỰC NGHIỆM (CTE) CỦA BTXM NANO SiO₂ VÀ SILICA FUME ỨNG DỤNG TRONG KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG Ô TÔ

2.1. Thực nghiệm hệ số giãn nở nhiệt (CTE)

Nghiên cứu thí nghiệm BTXM cấp C35 chế tạo từ các vật liệu trong khu vực và phụ gia NS từ tro trấu kết hợp phụ gia SF được thực hiện tại Trung tâm KHCN GTVT - Trường Đại học GTVT, trình tự thí nghiệm được tóm tắt như sau:

Hệ số giãn nở nhiệt của BTXM (CTE) được xác định theo Tiêu chuẩn AASHTO T336-15' [6], được tính theo công thức sau:

$$CTE = (\Delta L / L_0) / \Delta T$$

Trong đó:

ΔL - Chiều dài thay đổi mẫu đo;

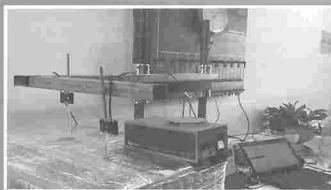
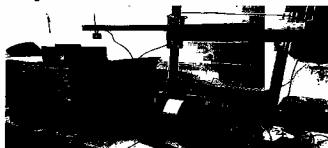
L_0 - Chiều dài ban đầu đo được của mẫu đo;
 ΔT - Sự chênh lệch nhiệt độ.

Các nhà nghiên cứu đã chỉ ra hệ số (CTE) phụ thuộc vào cốt liệu, thời gian xác định, điều kiện môi trường và chu trình thay đổi nhiệt độ. Do cốt liệu chiếm một phần đáng kể khoảng 65% đến 70% theo thể tích thành phần hỗn hợp của BTXM, nên mức độ thay đổi hàm lượng, tính chất vật liệu của nó sẽ ảnh hưởng nhiều nhất đến sự dao động vì nhiệt của bê tông. Từ các nghiên cứu (Jahangirnejad et al - 2009, Neville và Brooks - 1987) [8] đã chỉ ra mối tuyến tính giữa lượng dùng cốt liệu lớn và hệ số (CTE), hàm lượng và loại cốt liệu ảnh hưởng lớn đến (CTE) được trình bày **Bảng 2.1**.

Bảng 2.1. Độ giãn nở nhiệt CTE của các loại cốt liệu khác nhau

Loại cốt liệu	Giá trị CTE		
	Neville và Brooks - 1987 [8]	ACPT TechBrief - 10 - 2011 [10]	Quyết định 3230/Bộ GTVT [2]
Đá vôi	(8 - 8.11) me/°C	7.8 me/°C	7.0 me/°C
Cuội, sỏi	(10.52) me/°C	9.03 me/°C	11.0 me/°C
Đá Granit	(12.2 - 13.1) me/°C	8.50 me/°C	10.0 me/°C
Đá Sa thạch	(9.5) me/°C	9.58 me/°C	12.0 me/°C
Đá Dolomite	(10.57-10.65) me/°C	8.92 me/°C	-
Đá Gneiss	-	8.77 me/°C	-
Đá Andesite	-	7.78 me/°C	-
Đá Basalt	-	7.80 me/°C	-

Thiết bị thí nghiệm: Gồm bể nước ổn định nhiệt, nước trong bể được thay đổi theo các mức khác nhau từ 50°C và 10°C. Lá điện trở đo biến dạng, các thiết bị đi kèm gồm máy tính, máy đo cảm biến, thanh thủy tinh, keo dính chống nước và mẫu BTXM đúc theo tiêu chuẩn **Hình 2.1**.



Hình 2.1. Thí nghiệm dùng để xác định hệ số CTE tại Trung tâm KHCN GTVT - Trường Đại học GTVT

Thí nghiệm tự thí nghiệm:

- Sau khi đúc mẫu với cường độ thiết kế yêu cầu 35MPa với hàm lượng nano SiO₂ và silica Fume, ký hiệu mẫu (C35NS1,0; C35NS1,0SF10; C35NS0SF0). Mẫu được bảo dưỡng 28 ngày, tiến hành vớt mẫu, để khô ráo bên ngoài, rồi đặt mẫu vào trong bể ổn định nhiệt.

- Đặt nhiệt độ trong bể đo là 10°C, duy trì nhiệt độ trong 01 giờ.

- Sau đó tăng nhiệt độ lên 50°C, quá trình tăng nhiệt tối thiểu khoảng 02 giờ, sau đó duy trì nhiệt độ trong 02 giờ.

- Hạ nhiệt độ xuống 10°C, khoảng thời gian hạ nhiệt cũng ít nhất 02 giờ, rồi lại duy trì nhiệt độ trong vòng 01 giờ nữa.

- Trong quá trình thí nghiệm, thiết bị đo thông qua lá điện trở nhiệt sẽ tự động ghi lại quá trình cứ 01 giây hai lần ghi lại.

- Kết quả thí nghiệm hệ số giãn nở nhiệt CTE được tổng hợp **Bảng 2.2**.

Bảng 2.2. Kết quả thí nghiệm hệ số giãn nở nhiệt (CTE)

Ký hiệu mẫu	Kích thước mẫu (mm)	Trọng tải mẫu 10°C		Trọng tải mẫu 50°C		Biến dạng dọc dấy tại dấy 10mm	Biến dạng dọc thanh dầy thành dầy thanh L=100mm	Biến dạng của mẫu thí nghiệm	Hệ số giãn nở nhiệt CTE
		°C	mm	°C	mm				
C35NS1,0SF10	279	10.3	0.22628	50.1	0.36609	0.01471008	0.03383	0.000327204(8,22131)	7,967.10 ⁻⁶
C35NS1,0	294	10.1	0.01843	50.1	0.15792	0.014784	0.034	0.00308534(7.71309)	7,967.10 ⁻⁶
C35NS1,0	275	10	-0.01239	50.2	0.14360	0.01485792	0.03417	0.008396553(9.88456)	10,408.10 ⁻⁶
C35NS1,0	278	10.1	0	50.1	0.17057	0.014784	0.034	0.00438079(10.9519)	10,408.10 ⁻⁶
C35NS0SF0	285	10	0.00037	50.2	0.17514	0.01485792	0.03417	0.000441389(11.0544)	10,797.10 ⁻⁶
C35NS0SF0	283	10.3	0.21283	50.1	0.3801	0.01471008	0.03383	0.0041954(10.3431)	10,797.10 ⁻⁶

Nhận xét kết quả thí nghiệm như sau:

Thí nghiệm hệ số giãn nở nhiệt (CTE) của vật liệu BTXM ứng với cốt liệu (nguồn đá Tân Đông Hiệp - Bình Dương) khu vực miền Nam ứng với điều kiện môi trường sẽ giúp cho việc thiết kế kết cấu áo đường giảm vết nứt, tăng chiều dài tâm, tăng tuổi thọ công trình, mỹ quan. Qua nghiên cứu hệ số (CTE) thu được một số kết quả như sau:

Với vật liệu được sử dụng trong thí nghiệm cho kết quả hệ số giãn nở nhiệt (CTE) của bê tông C35NS0SF0 là 10,797.10⁻⁶/°C; C35NS1,0 là 10,408.10⁻⁶/°C và C35NS1,0SF10 là 7,967.10⁻⁶/°C.

2.2. Tổng hợp dạng kết cấu áo đường theo thực nghiệm

* **Kết cấu tấm mặt đường làm việc theo hai trường hợp:**

- Trường hợp 1: Tấm đặt trên lớp móng cấp phối đá

dầm gia có 5% xi măng theo mô hình tấm hai lớp tách rời trên nền đàn hồi nhiều lớp.

- Trường hợp 2: Tấm đặt trên lớp móng trên bằng cấp phối đá dăm theo mô hình tấm một lớp tách rời trên nền đàn hồi.

Theo quy định thiết kế QĐ 3230 [2], kết cấu áo đường BTXM thông thường có khe nối được kiểm toán theo hai trạng thái giới hạn.

2.3. Tổng hợp dạng kết cấu áo đường theo thực nghiệm

* Kết cấu tấm mặt đường làm việc theo hai trường hợp:

- Trường hợp 1: Tấm đặt trên lớp móng cấp phối đá dăm gia có 5% xi măng theo mô hình tấm hai lớp tách rời trên nền đàn hồi nhiều lớp.

- Trường hợp 2: Tấm đặt trên lớp móng trên bằng cấp phối đá dăm theo mô hình tấm một lớp tách rời trên nền đàn hồi.

Theo quy định thiết kế QĐ 3230 [2], kết cấu áo đường BTXM thông thường có khe nối được kiểm toán theo hai trạng thái giới hạn:

- Dưới tác dụng tổng hợp của tải trọng xe chạy và tác dụng lặp đi lặp lại của sự biến đổi gradien nhiệt độ giữa mặt và đáy tấm BTXM, suốt thời hạn phục vụ, tầng mặt BTXM không bị phá hoại (không bị nứt) do môi.

- Tầng mặt BTXM không bị nứt dưới tác dụng tổng hợp của một tải trọng trục xe lớn nhất đúng vào lúc xuất hiện gradien nhiệt lớn nhất.

$$[\sigma_m] = \gamma_r(\sigma_{pr} + \sigma_m) \leq R_{ku}$$

$$[\sigma_{pr,max}] = \gamma_r(\sigma_{pr,max} + \sigma_{max}) \leq R_{ku}$$

Trong đó: $[\sigma_m]$ - Ứng suất kéo uốn gây môi do tác dụng của trục xe tiêu chuẩn (σ_{pr}) và gradien nhiệt độ (σ_m) gây ra (gọi là ứng suất gây môi), MPa;

$[\sigma_{pr,max}]$ - Ứng suất kéo uốn do tải trọng trục xe nặng nhất ($\sigma_{pr,max}$) và do gradien nhiệt độ lớn nhất (σ_{max}) gây ra (gọi là ứng suất max), MPa;

R_{ku} - Cường độ kéo uốn thiết kế của BTXM, MPa;

γ_r - Hệ số độ tin cậy theo cấp đường.

Trình tự thiết kế mặt đường BTXM sử dụng phụ gia NS và SF thực hiện như mặt đường BTXM thông thường theo quy định kỹ thuật QĐ 3230 [2] được tóm tắt như sau:

- Bước 1: Nhập số liệu đầu vào.

+ Quy mô giao thông: Tải trọng trục tiêu chuẩn (P_r), trục xe lớn nhất (P_{max}) và số trục xe tiêu chuẩn tích lũy (N_r);

+ Cấp đường: Số làn xe, kết cấu lề đường và hệ số độ tin cậy yêu cầu (γ_r);

+ Điều kiện môi trường: Gradien nhiệt độ lớn nhất (T_g) và mô-đun đàn hồi (E_j).

- Bước 2: Dự kiến kết cấu mặt đường BTXM.

+ Các lớp móng đường: Chiều dày lớp móng (h_j) và mô-đun đàn hồi (E_j);

+ Lớp mặt BTXM: Chiều dài (L), bề rộng (B) và chiều dày tấm (h);

+ Tính cơ lý của BTXM: Cường độ kéo uốn (R_{ku}), mô-đun đàn hồi (E_j), hệ số (μ) và hệ số (α).

- Bước 3: Tính mô-đun đàn hồi chung giữa lớp nền đất và lớp móng (E_j).

- Bước 4: Tính toán độ cứng chung của các lớp kết cấu

+ Tính ứng suất do tải trọng trục gây ra: (σ_r ; $\sigma_{pr,max}$)

+ Tính ứng suất do gradien nhiệt độ gây ra: (σ_m ; σ_{max})

- Bước 5: Tổng hợp bước 3 và bước 4 bắt đầu kiểm toán các điều kiện trạng thái giới hạn:

$$\gamma_r(\sigma_r + \sigma_m) \leq f_r \text{ và } \gamma_r(\sigma_{pr,max} + \sigma_{max}) \leq f_r$$

- Bước 6: Đưa ra phương án lựa chọn.

* Sử dụng kết quả nghiên cứu thực nghiệm phụ gia nano

SiO_2 và silica Fume cho BTXM trong xây dựng đường ô tô khu vực miền Tây Nam bộ [1,3,4], được tổng hợp Bảng 2.3 như sau:

Bảng 2.3. Đề xuất ứng dụng BTXM sử dụng phụ gia nano SiO_2 và silica Fume trong cấp đường khí vực miền Tây Nam bộ

TT	Chỉ tiêu	Ký hiệu BTXM cấp C35			Yêu cầu
		NS10	NS1,0SF10	NS0,SF0	
1	Độ sụt phối, (mm)	46,0	50,0	45,0	30-40
2	Thời gian bắt đầu, (phút)	140	145	130	90
3	Thời gian kết thúc, (phút)	160	165	145	160
4	Cường độ kéo uốn (MPa)	6,38	6,43	5,91	≥ 5,0
5	Cường độ nén (MPa)	52,43	55,14	45,70	≥ 45
6	Mô đun đàn hồi (GPa)	38,7	39,6	32,5	≥ 28,0
7	Độ mài mòn M_{10} (g/cm ²)	0,236	0,264	0,317	≤ 0,3
8	Độ thấm ion clo	Thấp	Rất thấp	Trung bình	-
9	Độ thấm nước W (wt)	12	12	8	-
10	Độ thấm xuyên sâu (mm)	10	-	33	-
11	Hệ số giãn nở nhiệt (CTE)	10,408.10 ⁻⁶ /°C	7,967.10 ⁻⁶ /°C	10,797.10 ⁻⁶ /°C	-
12	Kết cấu sử dụng	Cấp III	Cấp IV	Cấp IV trở xuống	-

Ghi chú: ① Đường III ② Đường cấp IV trở xuống

3. ĐỀ XUẤT MỘT SỐ CHỈ TIÊU KHAI THÁC CỦA MẶT ĐƯỜNG BTXM SỬ DỤNG PHỤ GIA NS VÀ SF CHO CẤP ĐƯỜNG KHU VỰC MIỀN TÂY NAM BỘ

Từ các kết quả phân tích, lợi ích của việc sử dụng phụ gia nano SiO_2 và silica Fume cải thiện một số chỉ tiêu khai thác của mặt đường BTXM như: Cải thiện về cường độ, tính công tác, khả năng chống thấm nước, hệ số giãn nở nhiệt (CTE) tạo ra một lớp phụ gia mới ứng dụng vào BTXM trong ngành Xây dựng giúp làm phong phú đa dạng kết cấu mặt đường khu vực miền Tây Nam bộ được tổng hợp Bảng 3.1, Bảng 3.2 và Bảng 3.3.

3.1. Thiết kế kết cấu mặt đường có quy mô giao thông cấp nặng

Đường cấp III có quy mô giao thông cấp nặng: Số trục xe tiêu chuẩn tích lũy lớn nhất $N_r = 20.10^6$ lần/làn; tải trọng trục lớn nhất $P_r = 180$ kN. Trình tự tính toán kết cấu áo đường BTXM được thực hiện theo QĐ 3230 [2]. Kết quả đã được tổng hợp Bảng 3.1.

Bảng 3.1. Bảng phân tích kết quả tính toán kết cấu áo đường BTXM (đường cấp III - quy mô giao thông cấp nặng)

TT	Chỉ tiêu	Kích thước tấm (L x B) mm		
		5,300 x 3,500	5,900 x 3,500	4,700 x 3,500
	Loại bê tông xi măng	CSNS1,0%	CSNS1,0%SF10%	CSNS0,0%
1	Chiều dày tấm, h (mm)	234	234	234
2	Ứng suất kéo uốn do tải trọng trục tiêu chuẩn (σ_r) [σ_{pr}] (MPa)	1,901	2,024	1,827
3	Ứng suất kéo uốn do tải trọng xe nặng nhất ($\sigma_{pr,max}$) (MPa)	3,303	3,517	3,174
4	Ứng suất kéo uốn gây môi do tải trọng xe tiêu chuẩn (σ_m) [σ_m] (MPa)	4,743	5,050	4,558
5	Ứng suất kéo uốn gây môi do tải trọng xe nặng nhất ($\sigma_{pr,max}$) [$\sigma_{pr,max}$] (MPa)	3,161	3,366	3,038

TT	Chi tiết	Kích thước tấm (L x B) mm		
		5.300 x 3.500 C35NS1,0%	5.300 x 3.500 C35NS1,0%SF10%	4.700 x 3.500 C35NS0SF0
	Loại bê tông xi măng			
6	Ứng suất kéo uốn lớn nhất do gradient nhiệt độ gây ra trong tấm tại giữa cạnh dọc tấm (MPa) (M_{Tmax})	2.063	1.794	1.612
7	Ứng suất nhất gảy nhỏ (σ_{yk}) (MPa)	0.947	0.626	0.548
8	$\gamma_{0,5}(\sigma_{yk} + \sigma_{yk})$ (MPa)	6.316	6.415	5.770
9	$\gamma_{0,5}(\sigma_{yk} + \sigma_{yk})$ (MPa)	5.904	5.830	5.254
10	Chiều dài kéo uốn, R_{yk} (MPa)	6.38	6.43	5.91
11	Điều kiện kiểm toán ($R_{yk}(\sigma_{yk}) < R_{yk}$)	Đạt	Đạt	Đạt

* Nhận xét kết quả tính toán như sau:
- Với tấm BTXM cấp C35 sử dụng 01%NS thì chiều dài và chiều rộng tấm được tính toán kiểm toán trong kết cấu áo đường là (5.300 x 3.500)mm, chiều dày tấm là 234mm.

- Tấm BTXM cấp C35 sử dụng 1%NS+10%SF thì chiều dài và chiều rộng tấm được tính toán kiểm toán trong kết cấu áo đường là (5.500 x 3.500)mm, chiều dày tấm là 224mm.

- Với tấm BTXM cấp C35 không phụ gia, chiều dài và chiều rộng tấm được tính toán kiểm toán trong kết cấu áo đường là (4.700 x 3.500)mm, chiều dày tấm là 234mm.

3.2. Thiết kế kết cấu mặt đường có quy mô giao thông cấp trung bình

Đường cấp IV trở xuống có quy mô giao thông cấp trung bình: Số trục xe tiêu chuẩn tích lũy lớn nhất $N_x = 3.10^6$ lán/lần; tải trọng trục lớn nhất $P_{max} = 150$ kN. Trình tự tính toán kết cấu áo đường BTXM được thực hiện theo QĐ 3230 [2]. Kết quả được tổng hợp Bảng 3.2.

Bảng 3.2. Bảng phân tích kết quả tính toán kết cấu áo đường BTXM (đường cấp IV - quy mô giao thông cấp trung bình)

TT	Chi tiết	Kích thước tấm (L x B) mm		
		5.300 x 3.500 C35NS1,0%	5.300 x 3.500 C35NS1,0%SF10%	4.700 x 3.500 C35NS0SF0
	Loại bê tông xi măng			
1	Chiều dày tấm, h (mm)	214	204	214
2	Ứng suất kéo uốn do tải trọng trục tiêu chuẩn (σ_{yk}) (MPa)	2.138	2.288	2.053
3	Ứng suất kéo uốn do tải trọng xe nặng nhất (σ_{yk}) (MPa)	3.130	3.350	3.006
4	Ứng suất kéo uốn gây nứt do tải trọng xe tiêu chuẩn (σ_{yk}) (σ_{yk}) (MPa)	4.788	5.124	4.598
5	Ứng suất kéo uốn gây nứt do tải trọng xe nặng nhất (σ_{yk}) (σ_{yk}) (MPa)	2.995	3.206	2.877
6	Ứng suất kéo uốn lớn nhất do gradient nhiệt độ gây ra trong tấm tại giữa cạnh dọc tấm (MPa) (M_{Tmax})	2.357	1.983	1.894
7	Ứng suất nhất gảy nhỏ (σ_{yk}) (MPa)	1.090	0.776	0.720
8	$\gamma_{0,5}(\sigma_{yk} + \sigma_{yk})$ (MPa)	6.289	6.313	5.744
9	$\gamma_{0,5}(\sigma_{yk} + \sigma_{yk})$ (MPa)	5.727	5.532	5.105
10	Chiều dài kéo uốn, R_{yk} (MPa)	6.38	6.43	5.91
11	Điều kiện kiểm toán ($R_{yk}(\sigma_{yk}) < R_{yk}$)	Đạt	Đạt	Đạt

* Nhận xét kết quả tính toán như sau:
- Với tấm BTXM cấp C35 sử dụng 1%NS thì chiều dài và chiều rộng tấm được tính toán kiểm toán trong kết cấu áo đường là (5.300 x 3.500)mm, chiều dày tấm là 214mm.

- Tấm BTXM cấp C35 sử dụng 1%NS+10%SF thì chiều dài và chiều rộng tấm được tính toán kiểm toán trong kết cấu áo đường là (5.500 x 3.500)mm, chiều dày tấm là 204mm.

- Với tấm BTXM cấp C35 không phụ gia, chiều dài và chiều rộng tấm được tính toán kiểm toán trong kết cấu áo đường là (4.700 x 3.500)mm, chiều dày tấm là 214mm.

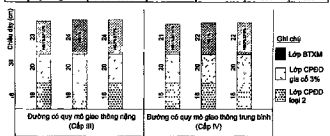
3.3. Tổng hợp các dạng kết cấu mặt đường BTXM

Theo quy định kỹ thuật QĐ 3230 [2], để dự phòng mài mòn lớp mặt cần tăng chiều dày lên 6.0mm so với chiều dày đã tính toán. Vì vậy, kết cấu áo đường BTXM

cấp C35 sử dụng phụ gia nano SiO_2 và silica Fume được tổng hợp Bảng 3.3 và Hình 3.1.

Bảng 3.3. Tổng hợp kết quả thiết kế kết cấu dày tấm BTXM (mm)

STT	Cấp hình thức	Loại BTXM	Kích thước tấm (L x B) cm		
			4.700 x 3.500	5.300 x 3.500	5.500 x 3.500
1)	Cấp III - Quy mô giao thông cấp nặng	NS0SF0	240	-	213
		NS1,0%	-	240	189
		NS1%SF10%	-	-	230 182
2)	Cấp IV - Quy mô giao thông cấp trung bình	NS0SF0	220	-	213
		NS1,0%	-	220	189
		NS1%SF10%	-	-	210 182



Hình 3.1. Kết quả thiết kế kết cấu áo đường BTXM

4. KẾT LUẬN

* Khả năng đáp ứng các yêu cầu về vật liệu làm mặt đường ở tổ khu vực miền Tây Nam Bộ.

- Về mặt cường độ, BTXM sử dụng phụ gia NS và BTXM kết hợp hai loại phụ gia NS+SF có cường độ kéo uốn, cường độ nén và mô-đun đàn hồi cao hơn so với quy định hiện hành về thiết kế và thi công mặt đường BTXM. Theo kết quả nghiên cứu, tỉ lệ phần trăm cường độ chịu nén và chịu kéo uốn của BTXM thông thường thấp hơn so với BTXM sử dụng phụ gia NS và NS+SF lần lượt là NS1% (12,84, 7,37)% và NS1%, SF10% (17,12, 8,08) %.

- Hệ số giãn nở nhiệt (CTE) và độ mài mòn của BTXM sử dụng phụ gia NS và BTXM kết hợp hai loại phụ gia NS+SF đều thấp hơn so với BTXM thông thường có cùng cường độ chịu nén cụ thể là NS1%SF10% = 7.967.10⁻⁶; NS1% = 10.408.10⁻⁶ và NS0%SF0% = 10.797.10⁻⁶. Đây là điểm tích cực cho việc ứng dụng thiết kế mặt đường BTXM.

* Thông qua việc tính toán và kiểm toán kết cấu áo đường, để xuất chiều dày và kích thước tấm mặt đường BTXM sử dụng phụ gia NS và BTXM kết hợp hai loại phụ gia NS+SF có chiều rộng mặt đường bằng 3.5m cụ thể như sau:

- Đường cấp III quy mô giao thông cấp nặng có thể sử dụng BTXM NS1% với chiều dày tấm 24cm và chiều dài tấm 5.3m; BTXM NS1%SF10% với chiều dày tấm 23cm và chiều dài tấm 5.5m; BTXM thông thường với chiều dày tấm 24cm và chiều dài tấm 4.7m.

- Đường cấp IV trở xuống quy mô giao thông cấp trung bình có thể sử dụng BTXM NS1% với chiều dày tấm 22cm và chiều dài tấm 5.3m; BTXM NS1%SF10% với chiều dày tấm 21cm và chiều dài tấm 5.5m; BTXM thông thường với chiều dày tấm 22cm và chiều dài tấm 4.7m.

- Kết quả tính toán khe ngang cho 01km đường BTXM lần lượt là: NS = 189 (khe ngang); NS+SF = 182 (khe ngang); NS0SF0 = 213 (khe ngang). Như vậy, với mỗi kilomet đường sẽ giảm được 24 và 31 (khe ngang)

khi dùng phụ gia NS và NS+SF so với mặt đường BTXM không phụ gia □

Tài liệu tham khảo

[1]. Bộ GTVT (2012), Quyết định 1951/QĐ-BGTVT ngày 17/08/2012 ban hành "Quy định kỹ thuật tạm thời về thi công và nghiệm thu mặt BTXM trong xây dựng công trình giao thông (QĐ1951)", Việt Nam.

[2]. Bộ GTVT (2012), Quyết định 3230/QĐ-BGTVT ngày 24/12/2012 ban hành "Quy định kỹ thuật tạm thời về thiết kế mặt đường BTXM thông thường có khe nối trong xây dựng công trình giao thông (QĐ3230)", Việt Nam.

[3]. Trần Hữu Bằng, Lê Văn Bách, Nguyễn Minh Nhựt (2018), Nghiên cứu thực nghiệm phụ gia nano SiO₂ và silica Fume cho BTXM trong xây dựng đường ô tô khu vực miền Tây Nam bộ, Tạp chí GTVT, số 6.

[4]. Trần Hữu Bằng, Lê Văn Bách (2018), Nghiên cứu các tính chất chủ yếu của BTXM nano SiO₂ và silica Fume trong xây dựng đường ô tô khu vực miền Tây Nam bộ, Tạp chí GTVT, số 7.

[5]. Van Hai Le, Chi Nhan Ha Thuc and Huy Ha Thuc (2013), Synthesis of silica nanoparticles from Vietnamese rice husk by sol-gel method, *Nanoscale Research Letters*, 8:58.

[6]. American Association of State Highway and Transportation Officials (2015), AASHTO T336-15, *Standard Method of Test for Coefficient of Thermal Expansion of Hydraulic Cement Concrete*, American.

[7]. ACPT TechBrief, *Coefficient of thermal Expansion in concrete Pavement Design*, 10-2011-FHWA-HIF-09-015.

[8]. Neville A.M, *Properties of concrete*, Fourth and Final Edition.

[9]. E. J. Yoder and M. W. Witzczak (1975), *Principles of Pavement Design*, 2nd ed. USA: A Wiley Interscience Publication.

[10]. Technical Report 34, 2nd edn (1994), *The Concrete Society*. ISBN 0-946691-49-

Ngày nhận bài: 20/12/2018

Ngày chấp nhận đăng: 5/01/2019

Người phản biện: TS. Lê Văn Phúc

TS. Lê Anh Thắng