

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG NANO SiO_2 LÀM PHỤ GIA NHẪM GIẢM THIỂU HẸN LÚN VỆT BÁNH XE CHO MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG NHỰA

THE INITIAL OF USING SiO_2 NANO PRODUCT MADE OF FROM RICE HUSK ASH AS AN ADDITIVE TO ASPHALT CONCRETE

Lê Văn Bách

Bộ môn Đường bộ - Đường sắt,

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

Tóm tắt: Nguồn tro trấu của khu vực miền Tây Nam bộ nước ta hiện nay đang thải ra môi trường rất nhiều, nếu tận dụng được loại vật liệu này không những giải quyết vấn đề về kinh tế mà còn giải quyết vấn đề về môi trường. Bài báo giới thiệu kết quả bước đầu sử dụng vật liệu nano SiO_2 được điều chế từ tro trấu để làm phụ gia nhằm giảm hằn lún vệt bánh xe cho bê tông nhựa.

Từ khóa: Tro trấu, hằn lún vệt bánh xe, nano.

Chỉ số phân loại: 2.3

Abstract: Currently, after rice production in our country Southern West provinces, a huge amount of rice husk ash is released to the environment. If this material can be utilized, it can solve not only the economic problems but also the environmental issues sustainably. This paper presents the initial result of using SiO_2 nano product made of from rice husk ash as an additive to asphalt concrete.

Keywords: Ash husk; dullness of the wheel; nano.

Classification number: 2.3

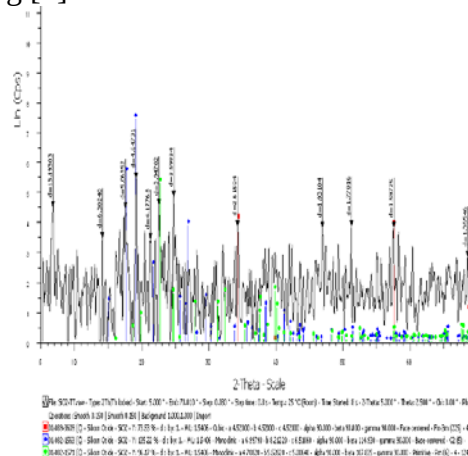
1. Giới thiệu

Định nghĩa về “công nghệ nano” phụ thuộc vào lĩnh vực được nói đến. Tuy nhiên, về cơ bản nano được định nghĩa là sự hiểu biết, kiểm soát, và tái cấu trúc của vật chất theo thứ tự nano mét (tức là dưới 100nm) để tạo ra vật liệu có tính cơ bản và thuộc tính mới. Công nghệ nano và vật liệu nano với kích thước hạt ở quy mô nanomet (10 - 9m) [5].

Điôxit silic là một hợp chất hóa học còn có tên gọi khác là silica (từ tiếng Latin silex), là một ôxit của silic có công thức hóa học là SiO_2 và nó có độ cứng cao được biết đến từ thời cổ đại. Phân tử SiO_2 không tồn tại ở dạng đơn lẻ mà liên kết lại với nhau thành phân tử rất lớn. Silica có hai dạng cấu trúc là dạng tinh thể và vô định hình. Trong tự nhiên silica tồn tại chủ yếu ở dạng tinh thể hoặc vi tinh thể (thạch anh, tridimit, cristobalit, cancedoan) đa số silica tổng hợp nhân tạo đều được tạo ra ở dạng bột hoặc dạng keo và có cấu trúc vô định hình (silica colloidal).

Silica được tìm thấy phổ biến trong tự nhiên ở dạng cát hay thạch anh, cũng như trong cấu tạo thành tế bào của tảo cát. Ngành công nghiệp xây dựng là đối tượng tiêu thụ chính nguồn nguyên liệu và năng lượng trên thế giới. Trong số các vật liệu được sử dụng trong xây dựng đường ô tô, bê tông nhựa

được sử dụng rộng rãi nhất. Trong khi đó, công nghệ nano là một trong những công nghệ có ảnh hưởng lớn trong thế kỷ này và nó đã ảnh hưởng rất lớn đối với ngành xây dựng [6].



Hiện nay, tình trạng hằn lún vết bánh xe đã xảy ra trên rất nhiều tuyến quốc lộ có lưu lượng xe lớn, trên địa bàn rộng khắp từ Bắc

đến Nam. Điều này đã ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả khai thác và an toàn giao thông.



Hình 3. Hằn lún vết bánh xe trên tuyến Tỉnh lộ 25B, Thành phố Hồ Chí Minh.

Có nhiều giải pháp đã và đang được các nhà khoa học nghiên cứu để giảm thiểu hằn lún vết bánh xe cho mặt đường bê tông nhựa. Tuy nhiên việc nghiên cứu sử dụng vật liệu nano SiO_2 làm phụ gia để giảm thiểu hằn lún vết bánh xe cho mặt đường bê tông nhựa thì chưa được quan tâm nghiên cứu.

2. Kết quả sử dụng vật liệu nano SiO_2 làm phụ gia để giảm thiểu hằn lún vết bánh xe cho mặt đường bê tông nhựa

2.1. Kiểm tra, đánh giá kết quả vật liệu đầu vào

- Cốt liệu lớn: Đá dùng để chế tạo bê tông nhựa C12.5 gồm 3 loại đá: đá 5x13, đá 5x10 và đá mặt.

- Bột khoáng: Có nguồn gốc sản xuất tại Đà Nẵng. Bột khoáng có tỷ diện rất lớn, vào khoảng $250\text{-}300\text{m}^2/\text{kg}$, nó có ái lực mạnh với nhựa, biến nhựa vốn ở trạng thái khối, giọt thành trạng thái màng mỏng, bao bọc các hạt khoáng vật. Bột khoáng có một tác dụng như một chất phụ gia làm cho nhựa tăng thêm độ nhớt, thêm khả năng dính kết, tăng tính ổn định nhiệt [2].

- Nhựa đường: Loại nhựa đường đặc nóng 60/70 của Petrolimex.

- Nano SiO_2 có các đặc tính [1]:

- + Thành phần nguyên tử chủ yếu là Si (28,78%) và O (57,92%), tỷ lệ % nguyên tử Si/O xấp xỉ 1/2;

- + Kích thước hạt 15-20 nm;

- + Diện tích bề mặt riêng xấp xỉ $258,3\text{m}^2/\text{gam}$;

- + Mẫu SiO_2 ở dạng vi tinh thể gồm nhiều hạt nhỏ kết tụ lại với nhau tạo nên các khối SiO_2 có cấu trúc xốp.

2.2. Thí nghiệm độ ổn định Marshall

Vật liệu và các thí nghiệm được thực hiện tại Công ty Cổ phần UTC2 [2].

Sau khi có kết quả kiểm tra vật liệu đầu vào, tiến hành công tác thiết kế cấp phối bê tông nhựa theo phương pháp Marshall (Theo TCVN 8860-1:2011).

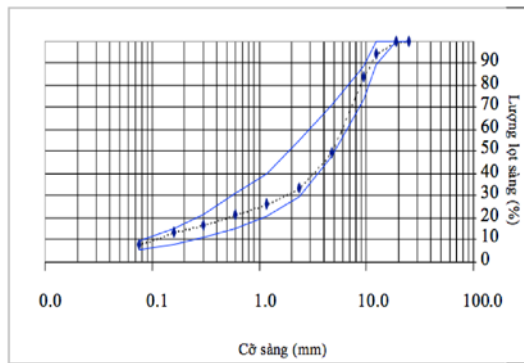
Thiết kế hỗn hợp bê tông nhựa có sử dụng phụ gia Nano SiO_2 là lựa chọn được cấp phối cốt liệu hợp lý và hàm lượng bitum tối ưu về mặt kinh tế mà vẫn thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật. Hỗn hợp bê tông nhựa có sử dụng phụ gia Nano SiO_2 được lựa chọn nhằm thỏa mãn những tính năng sau [2]:

- Đủ cường độ nhằm thỏa mãn các yêu cầu giao thông mà không bị biến dạng;

- Đủ độ rỗng dư của hỗn hợp sau khi lu lèn và cho phép mặt đường được đầm nén thêm nhờ tải trọng của các phương tiện giao thông chạy trên đường, nhờ sự giãn nở của bitum do nhiệt độ gia tăng nhưng mặt đường không bị chảy bitum hay mất mát độ bền;

- Đủ độ công tác để việc rải hỗn hợp có hiệu quả mà không làm phân tầng vật liệu cũng như không làm giảm độ bền và khả năng làm việc của kết cấu.

Thiết kế bê tông nhựa có sử dụng phụ gia nano SiO_2 là quá trình thí nghiệm để lựa chọn ra hàm lượng nhựa tối ưu trong hỗn hợp bê tông nhựa có sử dụng phụ gia nano SiO_2 nhằm thỏa mãn hai yếu tố: tính chất liên quan đến đặc tính thể tích và tính chất cơ học theo quy định của phương pháp thiết kế.



Hình 4. Đường cong cấp phối hỗn hợp sau khi phối trộn.

Việc chế tạo mẫu bê tông nhựa C12.5 ở đây là thay thế một phần bột khoáng bằng phụ gia nano SiO_2 với tỉ lệ thay thế lần lượt là: 0,3%; 0,6%; 0,9%; 1,2% và 1,5% về mặt khối lượng.

Chế tạo mẫu bê tông nhựa như sau: Lau chùi sạch bề mặt búa đầm, khuôn đúc mẫu. Gia nhiệt trong tủ sấy cho búa đầm và bộ khuôn đúc mẫu tới nhiệt độ $105^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$. Đặt một miếng giấy lọc hình tròn đường kính 10 cm vào trong lòng khuôn đúc phía trên đáy khuôn, lắp khuôn dẫn và trút toàn bộ bê tông nhựa vào khuôn. Xọc mạnh búa đã nung nóng 15 lần xung quanh chu vi và 10 lần ở khu vực giữa khuôn chứa bê tông nhựa. Dùng búa vun bề mặt hỗn hợp hơi vòng lên ở tâm khuôn. Nhiệt độ của hỗn hợp ngay trước khi đầm nén phải nằm trong giới hạn nhiệt độ

đầm tạo mẫu. Đặt một miếng giấy hình tròn đường kính 10cm vào trong lòng khuôn trên đỉnh bê tông nhựa.



Hình 5. Chế bị mẫu với các tỷ lệ: 0%; 0,3%; 0,6%;, 0,9%; 1,2% và 1,5% vật liệu nano SiO_2 thay thế bột khoáng trong bê tông nhựa.

Từ kết quả thí nghiệm lựa chọn được hàm lượng nhựa tối ưu của hỗn hợp là 5,33%.

Kết quả thí nghiệm được thống kê như bảng 1.

Như vậy kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu kỹ thuật ở trên thỏa mãn các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu tại TCVN 8819:2011.

Kết quả thí nghiệm trên cho ta thấy bê tông nhựa sử dụng các tỷ lệ phụ gia nano SiO_2 khác nhau có các chỉ tiêu kỹ thuật khá ổn định và không sai khác nhiều so với bê tông nhựa không sử dụng phụ gia nano SiO_2 .

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu kỹ thuật BTNC12.5 có sử dụng phụ gia nano SiO_2 .

STT	Tỷ lệ Nano SiO_2 , %	Khối lượng thể tích (g/cm^3)	Độ rỗng dư, (%)	Độ rỗng cốt liệu, (%)	Khối lượng riêng trung bình (g/cm^3)	Độ dẻo Marshall (mm)	Độ ổn định Marshall (KN)
1	0	2,391	4,09	15,44	2,493	3,84	12,89
2	0,3	2,378	4,92	16,02	2,501	4,01	10,68
3	0,6	2,385	4,09	16,10	2,487	4,10	10,79
4	0,9	2,381	4,55	16,39	2,494	3,90	10,36
5	1,2	2,389	4,06	16,84	2,491	3,92	10,49
6	1,5	2,392	4,22	17,56	2,497	3,36	10,65

2.3. Thí nghiệm hần lún vết bánh xe:

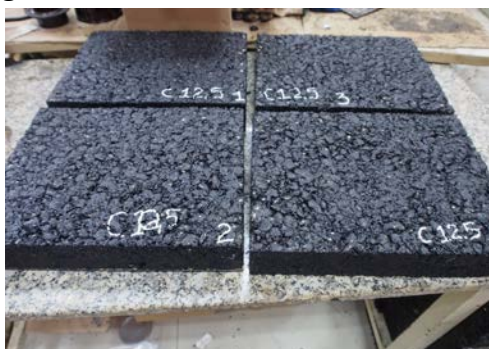
Việc chế tạo mẫu bê tông nhựa C12.5 ở đây là thay thế một phần bột khoáng bằng phụ gia nano SiO_2 với tỉ lệ thay thế lần lượt là: 0,5%; 1,0% và 1,5% về mặt khối lượng [3]. Mẫu thí nghiệm có kích thước 320 x 260 x 50mm [5].

Thí nghiệm trong phòng về độ lún vết bánh xe bằng thiết bị HWTD (Hamburg Wheel Tracking Device) [5].

*Mô tả thí nghiệm:

- Đơn vị thí nghiệm: Công ty cổ phần UTC2, Phân hiệu Trường Đại học Giao thông vận tải tại Thành phố Hồ Chí Minh.

- Thiết bị thí nghiệm (hình 6).
 - Chuẩn bị mẫu trước khi thử nghiệm: Đặt các mẫu thử vào các khuôn thép có tấm đáy, khoảng hở của khuôn với mẫu phải nhỏ hơn 0,5mm. Nếu khoảng hở lớn hơn 0,5 mm thì phải được chèn bằng thạch cao hoặc chất chèn chặt khác đảm bảo mẫu chắc chắn không dịch chuyển trong khuôn trong quá trình thử nghiệm. Khuôn phải được cố định chắc chắn trên bàn đỡ mẫu;
 - Thử nghiệm sẽ dừng lại sau 10.000 chu kỳ (20.000 lần) tác dụng của bánh xe.
 - Điều kiện thí nghiệm: Theo phương pháp B của Quyết định số 1617/QĐ-BGTVT [5]:
 - + Thử nghiệm trong môi trường không khí;
 - + Nhiệt độ thí nghiệm là 60°C;
 - + Sử dụng bánh xe bọc cao su;
 - + Tần số tác dụng tải (26,5±1) chu kỳ/1 phút.
 - Sau khi kết thúc thí nghiệm lấy mẫu ra khỏi máy, in kết quả (hình 7 và 8).
- Kết quả thí nghiệm được thống kê ở bảng 2.



Hình 5. Mẫu thí nghiệm sau chế bị.



Hình 6. Máy đo lún vệt bánh xe Hamburg Wheel tracking Device.



Hình 7. Quá trình lấy mẫu thí nghiệm sau khi chạy.



Hình 8. Kết quả mẫu sau khi chạy thí nghiệm.

Bảng 2. Chiều sâu vết lún ứng với các tỉ lệ nano SiO₂ và số chu kỳ tác dụng của tải trọng.

STT	Số chu kỳ tác dụng, lần	Chiều sâu vết lún (mm) với các tỉ lệ nano SiO ₂			
		0%	0,5%	1%	1,5%
1	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2.000	2,55	2,08	1,84	1,35
3	4.000	3,59	2,87	2,62	1,89
4	6.000	4,36	3,46	3,22	2,43
5	8.000	5,10	3,97	3,70	3,08
6	10.000	5,96	4,42	4,13	3,77
7	12.000	6,64	4,81	4,57	4,58
8	14.000	7,28	5,16	5,08	5,16
9	15.000	7,64	5,35	5,29	5,45

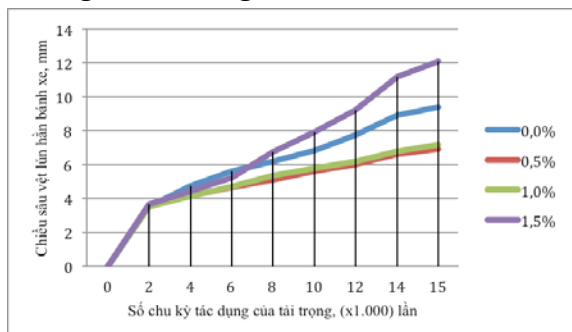
- Ở 15.000 chu kỳ tác dụng của tải trọng, chiều sâu hằn lún vết bánh xe của mẫu thử có từ 0,5 và 1% nano SiO₂ lần lượt là 5,35mm và 5,29mm (giảm từ 30% và 31% so với mẫu thử không có nano SiO₂).

- Khi tăng hàm lượng nano SiO₂ lên 1,5% thì chiều sâu hằn lún vết bánh xe của mẫu thử là 5,45mm (nhưng vẫn giảm 29% so với mẫu thử không có nano SiO₂).

Nhận xét: Khi thay thế 0,5% và 1% bột khoáng bởi nano SiO₂ trong thành phần của bê tông nhựa sẽ làm giảm được chiều sâu hằn lún vết bánh xe là 30% và 31%, nhưng nếu thay thế đến 1,5% bột khoáng bởi nano SiO₂ trong thành phần của bê tông nhựa thì chiều sâu hằn lún vết bánh xe sẽ tăng lên (nhưng

vẫn giảm 29% so với mẫu thử không có nano SiO₂).

Giải thích: Nano là vật liệu có độ tinh khiết hóa học cao, tính chất phân tán tốt, có tính chất siêu mịn vô cơ, kích thước hạt của nó siêu nhỏ, diện tích bề mặt lớn, năng lượng bề mặt vì thế hấp thu lượng nhựa dư, nhựa vừa đủ bao bọc các hạt khoáng tạo thành màng nhựa có cấu trúc chặt chẽ, dẫn đến giảm được hằn lún vết bánh xe cho bê tông nhựa. Tuy nhiên, nếu thay thế đến 1,5% bột khoáng bởi nano SiO₂ trong thành phần của bê tông nhựa thì chiều sâu hằn lún vết bánh xe tăng lên là do lúc này lượng nano dư thừa không được hấp thu bởi lượng nhựa, cấu trúc bê tông nhựa không còn chặt chẽ.



Hình 9. Biểu đồ quan hệ giữa số chu kỳ tác dụng của tải trọng và chiều sâu vết lún bánh xe ứng với các tỉ lệ nano SiO₂ khác nhau.

3. Kết luận

Kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy việc thay thế bột khoáng trong bê tông nhựa bởi nano SiO₂ điều chế từ tro trấu với hàm lượng 0,5% và 1% sẽ làm tăng độ ổn định Marshall cũng như làm giảm được hằn lún vết bánh xe cho bê tông nhựa.

Nhưng nếu thay thế đến 1,5% bột khoáng bởi nano SiO₂ trong thành phần của bê tông nhựa thì chiều sâu hằn lún vết bánh xe sẽ tăng lên nhưng không đáng kể.

Từ những kết quả trên chúng tôi cho rằng, vật liệu nano SiO₂ điều chế từ tro trấu có triển vọng ứng dụng làm phụ gia cho bê tông nhựa và ứng dụng trong ngành vật liệu xây dựng □

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Văn Hưng, Nguyễn Ngọc Bích, Nguyễn Hữu Nghị, Trần Hữu Bằng, Đặng Thị Thanh Lê, *Tổng hợp và khảo sát khả năng hấp thụ xanh Metylen trên vật liệu SiO₂ tinh thể nano*, Tạp chí hóa học, Số 5A52/2014, Ngày 15/12/2014.
- [2] Nguyễn Trần Hoàng Vũ, *Nghiên cứu sử dụng vật liệu Nano SiO₂ điều chế từ tro trấu làm phụ gia cho bê tông nhựa*, Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật, 2015.
- [3] Nguyễn Ngọc Minh Hoàng, *Nghiên cứu sử dụng vật liệu Nano SiO₂ điều chế từ tro trấu làm phụ gia nhằm giảm thiểu vết lún bánh xe cho mặt đường bê tông nhựa*, Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật, 2016.
- [4] TCVN8819-2011, *Mặt đường Bê tông nhựa nóng – Yêu cầu thi công và nghiệm thu*, Hà Nội 2011.
- [5] Quyết định số 1617/QĐ-BGTVT ngày 29/4/2014 của Bộ trưởng Bộ Giao thông Vận tải về việc Ban hành Quy định kỹ thuật về phương pháp thử độ sâu vết hằn bánh xe của bê tông nhựa xác định bằng thiết bị Wheel tracking.

Ngày nhận bài: 26/12/2017

Ngày chuyển phản biện: 29/12/2017

Ngày hoàn thành sửa bài: 16/1/2018

Ngày chấp nhận đăng: 23/1/2018