



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0004068

(51) **C04B 26/26; C04B 14/46**
2024.01

(13) **Y**

(21) 2-2023-00781

(22) 11/12/2023

(45) 26/05/2025 446

(43) 26/02/2024 431

(73) Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải (VN)

Số 54 phố Triều Khúc, phường Thanh Xuân Nam, quận Thanh Xuân, thành phố Hà Nội

(72) Lê Thanh Hải (VN); Lý Hải Bằng (VN); Nguyễn Minh Khoa (VN); Phùng Bá Nhân (VN).

(54) BÊ TÔNG NHỰA SỬ DỤNG SỢI BASALT

(21) 2-2023-00781

(57) Sáng chế đề cập đến bê tông nhựa sử dụng sợi basalt trong các thành phần nguyên liệu đầu bao gồm: cốt liệu lớn có cỡ hạt 5-19mm chiếm 45-55% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu; cốt liệu nhỏ có cỡ hạt 0,14-5mm chiếm 35-45% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu; bột khoáng chiếm 4-6% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu; sợi basalt chiếm 0,1-0,5% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu; bitum chiếm 5,1-5,3% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu. Bê tông nhựa sử dụng sợi basalt theo sáng chế có các chỉ tiêu cơ lý như khả năng kháng nứt, cường độ kéo uốn R_{ku} , mô đun đàn hồi tĩnh và đặc biệt là khả năng kháng hằn lún vết bánh xe lớn hơn so với bê tông nhựa thông thường không sử dụng sợi gia cường.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực vật liệu xây dựng dùng cho lớp phủ mặt đường. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến hỗn hợp bê tông nhựa sử dụng sợi basalt.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, mặt đường bê tông nhựa được sử dụng phổ biến trên thế giới và ở Việt Nam. Tại các dự án, các vị trí thông thường thì bê tông nhựa chặt sử dụng nhựa thông thường không có phụ gia nhìn chung đáp ứng yêu cầu khai thác. Tuy nhiên, trong những điều kiện khắc nghiệt của môi trường ở Việt Nam hiện nay, trên các tuyến đường ô tô cấp cao có quy mô giao thông lớn thì hỗn hợp bê tông nhựa không dùng phụ gia dễ xuất hiện các hư hỏng, hằn lún vệt bánh xe, tuổi thọ khai thác chưa đạt được như mong muốn như thiết kế.

Nhằm nâng cao chất lượng mặt đường bê tông nhựa, đã có nhiều giải pháp ở Việt Nam và trên thế giới được áp dụng như: Thay đổi thành phần cấp phối hỗn hợp, cải thiện chất lượng nhựa đường, cải thiện chất lượng hỗn hợp bê tông nhựa bằng cách sử dụng thêm phụ gia, ... Sử dụng sợi gia cường là một trong những giải pháp để tăng cường một số đặc tính cơ lý của hỗn hợp bê tông nhựa. Các loại sợi thường được sử dụng như: amiăng, carbon, aramid, sợi cellulose, polyester, polypropylene, sợi thép, sợi thủy tinh, sợi basalt...

Sợi basalt là vật liệu có nguồn gốc từ tự nhiên. Sợi basalt có tính chất vượt trội so với sợi thủy tinh về độ cứng, khả năng chịu kéo rất cao, bền với hóa chất, nhiệt độ, thân thiện với môi trường. Sợi basalt được sử dụng làm vật liệu chống cháy trong ngành hàng không vũ trụ, ô tô, đồng thời, cũng được sử dụng làm vật liệu tổng hợp để sản xuất nhiều sản phẩm phổ biến khác. Về mặt giá thành, sợi basalt có giá tương đối hợp lý so với các loại sợi khác đang được sử dụng phổ biến trên thế giới như sợi thủy tinh, sợi cellulose, sợi carbon...

Ở Việt Nam đã có một số tác giả nghiên cứu và chế tạo thử nghiệm thành công bê tông nhựa sử dụng sợi thủy tinh, sợi Forta FI, sợi cellulose... cho bê tông nhựa, tuy nhiên

chưa có nghiên cứu hay chế tạo thử nghiệm nào về việc sử dụng sợi basalt cho hỗn hợp bê tông nhựa.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế đề xuất bê tông nhựa sử dụng sợi basalt dùng cho lớp phủ mặt đường, trong đó bê tông nhựa này có một số chỉ tiêu cơ lý như khả năng kháng nứt, cường độ kéo uốn R_{ku} , mô đun đàn hồi tĩnh và đặc biệt là khả năng kháng hằn lún vết bánh xe lớn hơn so với bê tông nhựa thông thường không sử dụng sợi gia cường.

Để đạt được mục đích trên, theo một phương án thực hiện, sáng chế đề xuất hỗn hợp bê tông nhựa sử dụng sợi basalt trong các thành phần nguyên liệu đầu bao gồm:

Cốt liệu gồm: cốt liệu lớn là đá dăm, sỏi dăm, xi thép hoặc hỗn hợp của chúng có cỡ hạt 5-19mm chiếm 45-55% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu, và cốt liệu nhỏ là cát tự nhiên, cát nghiền (hay) hoặc hỗn hợp của chúng có cỡ hạt 0,14-5mm chiếm 35-45% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu;

Bột khoáng chiếm 4-6% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu, trong đó bột khoáng bao gồm sản phẩm được nghiền từ đá các-bô-nát có cường độ nén của đá gốc lớn hơn 40 MPa, từ xỉ lò cao hoặc là xi măng;

Sợi basalt chiếm 0,1-0,5% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu;

Chất kết dính là bitum chiếm 4,6- 5,5% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu.

Theo phương án thực hiện khác, sáng chế đề xuất bê tông nhựa sử dụng sợi basalt trong các thành phần nguyên liệu đầu bao gồm:

Cốt liệu gồm: cốt liệu lớn là đá dăm có cỡ hạt 5-19mm chiếm 45-55% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu, và cốt liệu nhỏ là cát tự nhiên hoặc cát nghiền có cỡ hạt 0,14-5mm chiếm 35-45% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu;

Bột khoáng chiếm 4-6% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu, trong đó bột khoáng bao gồm sản phẩm được nghiền từ đá các-bô-nát có cường độ nén của đá gốc lớn hơn 40 MPa, từ xỉ lò cao hoặc là xi măng;

Sợi basalt chiếm 0,3% hoặc 0,4% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu;

Chất kết dính là bitum chiếm 5,1% hoặc 5,3% trọng lượng tương ứng với hàm lượng sợi basalt là 0,3% hoặc 0,4%.

Tốt hơn là, trong đó sợi basalt có chiều dài sợi là 3mm, 6mm, 9mm, 12mm, 18mm hoặc 24mm.

Tốt hơn là, sợi basalt có chiều dài sợi là 12mm.

Tốt hơn nữa là, trong đó:

Sợi basalt chiếm 0,3% trọng lượng;

Bitum chiếm 5,1% trọng lượng.

Và tốt nhất là, trong đó:

Sợi basalt chiếm 0,4% trọng lượng;

Bitum chiếm 5,3% trọng lượng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: là ảnh chụp qua kính hiển vi điện tử quét thể hiện sự phân bố của sợi basalt trong mẫu bê tông nhựa với hàm lượng sợi basalt là 0,1%;

Hình 2: là ảnh chụp qua kính hiển vi điện tử quét thể hiện sự phân bố của sợi basalt trong mẫu bê tông nhựa với hàm lượng sợi basalt là 0,2%;

Hình 3A-3C: là ảnh chụp qua kính hiển vi điện tử quét thể hiện sự phân bố của sợi basalt, liên kết giữa các sợi basalt với bitum và liên kết giữa các sợi basalt với nhau trong mẫu bê tông nhựa với hàm lượng sợi basalt là 0,3%;

Hình 4A-4C: là ảnh chụp qua kính hiển vi điện tử quét thể hiện sự phân bố của sợi basalt, liên kết giữa các sợi basalt với bitum và liên kết giữa các sợi basalt với nhau trong mẫu bê tông nhựa với hàm lượng sợi basalt là 0,4%;

Hình 5A-5C: là ảnh chụp qua kính hiển vi điện tử quét thể hiện sự phân bố của sợi basalt, liên kết giữa các sợi basalt với bitum và liên kết giữa các sợi basalt với nhau trong mẫu bê tông nhựa với hàm lượng sợi basalt là 0,5%;

Hình 6: là biểu đồ thể hiện kết quả chiều sâu LVBX của 6 loại bê tông nhựa sử dụng hàm lượng sợi basalt khác nhau bao gồm 0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% và 0,5%.

Hình 7: là biểu đồ thể hiện kết quả thí nghiệm chỉ số kháng nứt CT_{Index} của 6 loại bê tông nhựa với hàm lượng sợi basalt khác nhau bao gồm 0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% và 0,5%.

Hình 8: là biểu đồ thể hiện kết quả thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi tĩnh của 6 loại bê tông nhựa với hàm lượng sợi basalt khác nhau bao gồm 0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% và 0,5%.

Hình 9: là biểu đồ thể hiện kết quả thí nghiệm cường độ kéo uốn của 6 loại bê tông nhựa với hàm lượng sợi basalt khác nhau bao gồm 0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% và 0,5%.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các ưu điểm, hiệu quả và bản chất của sáng chế có thể được hiểu rõ hơn thông qua việc mô tả chi tiết các phương án ưu tiên thực hiện của sáng chế. Tuy nhiên, cần hiểu rằng các phương án này chỉ được mô tả như là các ví dụ nhằm tạo thuận lợi cho việc làm rõ bản chất và các ưu điểm của sáng chế mà không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế ở các phương án đó.

Theo một phương án thực hiện, sáng chế đề xuất bê tông nhựa sử dụng sợi basalt trong các thành phần nguyên liệu đầu bao gồm:

Cốt liệu:

Cốt liệu được sử dụng trong bê tông nhựa theo sáng chế bao gồm cốt liệu lớn có cỡ hạt 5-19mm chiếm 45-55% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu, và cốt liệu nhỏ có cỡ hạt 0,14-5 mm chiếm 35-45% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu. Cốt liệu lớn có thể là một hoặc nhiều loại trong số đá dăm, sỏi dăm, xỉ thép hoặc hỗn hợp của chúng. Cốt liệu nhỏ có thể là cát tự nhiên, cát nghiền (cát xay) hoặc hỗn hợp cát tự nhiên và cát nghiền. Tuy nhiên, sáng chế không chỉ giới hạn ở đó, có thể sử dụng dạng cốt liệu bất kỳ khác thích hợp để sử dụng cho bê tông nhựa.

Cốt liệu lớn tạo nên bộ khung chịu lực chính của bê tông nhựa, làm cho bê tông nhựa có khả năng chịu tác dụng của ngoại lực và tạo độ nhám bề mặt. Cốt liệu lớn góp phần là gia tăng bề mặt lan truyền tải trọng xuống lớp dưới, nhờ đó làm giảm áp lực tác dụng xuống lớp, làm giảm độ võng mặt nền, làm gia tăng sức chịu tải của kết cấu áo đường. Ảnh hưởng của cốt liệu lớn đến tính chất và khả năng chịu lực của hỗn hợp bê tông nhựa là rất lớn. Yêu

cầu đối với cốt liệu lớn cho hỗn hợp bê tông nhựa phải có cấp phối hợp lý, đảm bảo độ đặc chắc, đảm bảo cường độ, khả năng chịu hao mòn và hình dạng góc cạnh. Ngoài ra, những yêu cầu khác đối với cốt liệu lớn bao gồm bề mặt xù xì, không bị bẩn, và có tính ghét nước. Theo một phương án thực hiện, cốt liệu lớn phải 100% là cốt liệu nghiền có hình dạng bề mặt tốt và giới hạn nghiêm ngặt về độ hao mòn Los Angeles.

Theo nguyên lý cấp phối, các hạt cốt liệu nhỏ sẽ chèn lấp vào khoảng trống và kẽ hở giữa các hạt cốt liệu lớn, làm tăng độ đặc cho hỗn hợp cốt liệu. Kết quả thực nghiệm cho thấy hàm lượng cốt liệu nhỏ từ 35-45% sẽ tạo ra hỗn hợp cấp phối đặc chắc nhất. Nếu hàm lượng cốt liệu nhỏ nằm ngoài khoảng trên, sẽ gây ra hiện tượng thừa hoặc thiếu các cỡ hạt dẫn đến không đảm bảo độ chặt của cấp phối.

Bột khoáng:

Bột khoáng sử dụng trong bê tông nhựa theo sáng chế chiếm 4-6% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu. Bột khoáng có vai trò cùng với nhựa bitum lấp đầy các lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu lớn, tạo ra lớp dính bám trên bề mặt cốt liệu. Bột khoáng là loại vật liệu có tỷ diện cao ($250-300 \text{ m}^2/\text{kg}$), có ái lực mạnh với nhựa, biến nhựa vốn có ở trạng thái khối, giọt thành trạng thái màng mỏng, bao bọc dễ dàng với các hạt khoáng vật. Bột khoáng có vai trò như một chất phụ gia làm cho nhựa tăng thêm độ nhớt, tăng thêm khả năng dính bám và tăng tính ổn định nhiệt. Bột khoáng cùng với nhựa tạo ra một chất liên kết mới có tính chất hơn hẳn các tính chất riêng của nhựa đường. Theo một phương án thực hiện, trong đó bột khoáng bao gồm sản phẩm được nghiền từ đá các-bô-nát có cường độ nén của đá gốc lớn hơn 40 MPa, từ xỉ lò cao hoặc là xi măng hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Trong đó, đá các-bô-nát dùng sản xuất bột khoáng phải sạch, không lẫn các tạp chất hữu cơ, hàm lượng chung bụi bùn sét không quá 5 %. Bột khoáng phải khô, toí, không được vón hòn.

Chất kết dính:

Chất kết dính sử dụng trong hỗn hợp bê tông nhựa theo sáng chế là bitum chiếm 4,6 - 5,5% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu, trong đó bitum là bitum thương mại được lấy theo tiêu chuẩn của nhà sản xuất sao cho thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật và tiêu chuẩn hiện hành. Tốt hơn là, bitum được chọn từ nhóm bao gồm bitum có độ kim lún 40/50, 60/70, bitum polime PMB III hoặc bitum cải tiến cao su.

Sợi basalt:

Sợi basalt sử dụng trong hỗn hợp bê tông nhựa theo sáng chế chiếm 0,1 đến 0,5% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu.

Trong đó, sợi basalt là vật liệu có nguồn gốc từ tự nhiên được hình thành từ đá basalt núi lửa, sợi basalt có nhiều đặc tính có lợi hơn so với các loại sợi đã biết khác (sợi thủy tinh, sợi cellulose, sợi carbon, ...) sử dụng trong bê tông nhựa, chẳng hạn như sợi basalt có tính chất vượt trội so với sợi thủy tinh về độ cứng, khả năng chịu kéo rất cao, bền với hóa chất, nhiệt độ, thân thiện với môi trường. Ngoài ra, về mặt giá thành, sợi basalt có giá tương đối hợp lý so với các loại sợi khác đang được sử dụng phổ biến trên thế giới như sợi thủy tinh, sợi cellulose, sợi carbon... Một số tính chất của sợi basalt được thể hiện ở Bảng 1

Bảng 1: Một số tính chất của sợi basalt

TT	Tính chất	Thông số
1	Màu sắc	Nâu vàng
2	Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,6
3	Ứng suất phá hủy (GPa)	2,2
4	Độ giãn dài tại điểm gãy (%)	4,1
5	Mô đun đàn hồi (GPa)	85
6	Đường kính (μm)	11
7	Chiều dài (mm)	3, 6, 9, 12, 18, 24
8	Tỷ trọng tương đối ở 25°C	2.416
9	Cường độ chịu kéo (MPa)	2800
10	Nhiệt độ nóng chảy (°C)	1450

Theo một phương án thực hiện khác, trong đó bê tông nhựa gia cường sợi basalt còn bao gồm phụ gia chiếm hàm lượng nhỏ 3-5% trọng lượng của chất kết dính bitum. Trong đó, phụ gia này được trộn trong nhóm bao gồm phụ gia SBS; phụ gia chống LVBX Tafpack-Premium (TPP); phụ gia mặt đường Tafpack-super (TPS) hoặc phụ gia tăng dính bám đá nhựa Tough Fix Hyper...

Mặc dù được sử dụng với hàm lượng rất nhỏ, nhưng phụ gia có vai trò trong việc cải thiện một hoặc một số tính chất nào đó của bê tông nhựa, chẳng hạn như sử dụng phụ gia TPP để tăng khả năng chống hằn lún vệt bánh xe.

Theo một phương án thực hiện cụ thể, sáng chế đề xuất bê tông nhựa sử dụng sợi basalt trong các thành phần nguyên liệu đầu bao gồm:

cốt liệu gồm: cốt liệu lớn là đá dăm có cỡ hạt 5-19mm chiếm 45-55% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu, và cốt liệu nhỏ là cát tự nhiên hoặc cát nghiền có cỡ hạt 0,14-5 mm chiếm 35-45% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu;

bột khoáng chiếm 4-6% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu, trong đó bột khoáng bao gồm sản phẩm được nghiền từ đá cac-bô-nát có cường độ nén của đá gốc lớn hơn 40 MPa, từ xỉ lò cao hoặc là xi măng.

sợi basalt chiếm 0,3% hoặc 0,4% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu;

chất kết dính là bitum chiếm 5,1% hoặc 5,3% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu tương ứng với hàm lượng sợi basalt là 0,3% hoặc 0,4%.

Theo phương án này, hàm lượng sợi basalt chiếm 0,3% hoặc 0,4% là các hàm lượng sợi tối ưu được lựa chọn dựa trên các kết quả nghiên cứu về hình thái và sự phân bố của sợi basalt trong hỗn hợp BÊ TÔNG NHỰA qua kính hiển vi điện tử quét và các kết quả thử nghiệm thực tế. Và hàm lượng bitum là 5,1%, 5,3% là các hàm lượng bitum tối ưu được tính toán tương ứng với hàm lượng sợi basalt là 0,3% hoặc 0,4%.

Hình 1 và Hình 2 thể hiện hình thái của sợi basalt trong BÊ TÔNG NHỰA theo sáng chế với hàm lượng tương ứng là 0,3% và 0,4%. Như thể hiện trên các hình này, sợi basalt được phân bố đều trong hỗn hợp, sợi đan chéo dọc ngang, hình thành kết cấu mạng không gian. Mạng không gian được tạo ra giữa các sợi vừa có tác dụng phân tán tải trọng, vừa có khả năng khắc phục hiện tượng trượt trơn giữa các hạt, liên kết hỗn hợp thành một khối thống nhất, đồng thời làm chậm, và giảm tốc độ phát triển của vết nứt. Hàm lượng sợi basalt hợp lý, sự phân bố của sợi trong hỗn hợp tương đối đều có thể phát huy hết tác dụng, làm cải thiện rõ rệt tính năng của hỗn hợp.

Đối với hàm lượng sợi basalt thấp khoảng 0,1-0,2% như thể hiện trên Hình 3 và Hình 4, trong hỗn hợp sợi được phân bố đều, tuy nhiên do hàm lượng sợi basalt ít, vì vậy chưa đủ để hình thành kết cấu mạng lưới không gian, liên kết giữa sợi với sợi kém. Khi hàm lượng sợi lớn, đạt giá trị 0,5 như thể hiện trên Hình 5, sợi phân bố không đều dẫn đến hiện tượng kết bó, tác dụng của sợi sẽ không được phát huy hết, dẫn đến lãng phí và ảnh hưởng xấu đến tính năng của hỗn hợp.

Ngoài ra, sáng chế cũng đề xuất phương pháp chế tạo bê tông nhựa sử dụng sợi basalt trong các thành phần nguyên liệu đầu, phương pháp này bao gồm các bước:

+ Bước 1: Trộn khô các thành phần nguyên liệu đầu bao gồm:

cốt liệu lớn có cỡ hạt 5-19mm chiếm 45-55% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu, trong đó cốt liệu lớn là đá dăm, sỏi dăm, xi thép hoặc hỗn hợp của chúng;

cốt liệu nhỏ có cỡ hạt 0,14-5 mm chiếm 35-45% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu, trong đó cốt liệu nhỏ là cát tự nhiên hoặc cát nghiền hoặc hỗn hợp của chúng;

bột khoáng chiếm 4-6% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu, trong đó bột khoáng bao gồm sản phẩm được nghiền từ đá các-bô-nát có cường độ nén của đá gốc lớn hơn 40 MPa, từ xi lò cao hoặc là xi măng hoặc hỗn hợp của chúng.

+ Bước 2: trộn khô sợi basalt với tỷ lệ từ 0,1 đến 0,5% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu với hỗn hợp khô thu được ở bước 1 và trộn đều trong thời gian 2 phút;

+ Bước 3: tiếp tục cho bitum với hàm lượng từ 4,6 đến 5,4% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu vào hỗn hợp khô thu được ở bước 2 và trộn trong thời gian 2 phút.

Theo sáng chế, ở bước 1 và bước 2, thuật ngữ “trộn khô” có nghĩa là không bổ sung thêm nước từ bên ngoài vào trong quá trình trộn. Ở bước 2 và bước 3, thuật ngữ “hỗn hợp khô” có nghĩa là hỗn hợp mà không có sự bổ sung thêm nước từ bên ngoài vào trong quá trình trộn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, bê tông nhựa gia cường sợi basalt theo sáng chế tiếp tục được giải thích thông qua các ví dụ thực hiện cụ thể.

Chuẩn bị các cấp phối bê tông nhựa bao gồm các nguyên liệu đầu như sau:

Cốt liệu lớn là đá dăm có cỡ hạt 5-19mm chiếm 50% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu;

Bột khoáng là sản phẩm được nghiền từ đá các-bô-nát có cường độ nén của đá gốc lớn hơn 40 MPa chiếm 4,7% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu;

Sợi basalt thay đổi với hàm lượng lần lượt là 0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% và 0,5% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu;

Bitum thay đổi với hàm lượng lần lượt là 4,6 %, 4,9%, 4,9%, 5,1%, 5,3% và 5,4% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu tương ứng với sự thay đổi của hàm lượng sợi basalt nêu trên.

Còn lại là cốt liệu nhỏ là cát tự nhiên có cỡ hạt 0,14-5 mm.

Ví dụ 1. Chế tạo mẫu và thử nghiệm đánh giá LVBX

Chế tạo 6 mẫu bê tông nhựa tương ứng với 6 cấp phối nêu trên trên, trong đó mẫu bê tông nhựa có hàm lượng sợi basalt 0% và hàm lượng bitum tương ứng 4,6% là mẫu đối chứng. Các mẫu được chế tạo có dạng tấm hình chữ nhật và được chế tạo bằng cách sử dụng thiết bị đầm lăn (Roller Compaction, do công ty Daiwakenko, Nhật Bản sản xuất) có kích thước quy định như sau: (Chiều dài) x (Chiều rộng) x (Chiều dày) = (320 mm) x (260 mm) x (50 mm). Sử dụng bánh xe thép; Tần số tác dụng tải ($25 \pm 2,5$) chu kỳ/1 phút (tương đương (50 ± 5) lần/1 phút).

Tiến hành thí nghiệm độ sâu LVBX theo Phương pháp A quy định tại QĐ 1617/QĐ-BGTVT ngày 29/4/2014 và tiêu chuẩn AASHTO T324. Thử nghiệm được thực hiện tại phòng thí nghiệm LAS XD72 - Trường Đại học Công nghệ GTVT.

Thử nghiệm sử dụng thiết bị Hamburg Wheel Tracker, do hãng Infratest - Mỹ sản xuất. Mẫu thí nghiệm được đặt trong môi trường nước ở nhiệt độ 50°C, chạy 15.000 lượt.

Kết quả đo chiều sâu LVBX của các loại bê tông nhựa sử dụng hàm lượng sợi basalt khác nhau nêu trên được thể hiện trên Hình 6.

Như thể hiện trên Hình 6, sau 15.000 lượt chạy trong môi trường nước ở nhiệt độ 50°C, chiều sâu LVBX của tất cả 6 loại bê tông nhựa đều nhỏ hơn 12,5 mm và đáp ứng theo quy định tại Quyết định số 1617/QĐ-BGTVT. Bê tông nhựa sử dụng sợi basalt với

hàm lượng 0,4% có chiều sâu LVBX nhỏ nhất (3,67 mm), tiếp theo là bê tông nhựa sử dụng sợi basalt với hàm lượng 0,3% (4,18 mm); bê tông nhựa sử dụng sợi basalt với hàm lượng 0,5% (4,81 mm), bê tông nhựa sử dụng sợi basalt với hàm lượng 0,2% (4,99 mm), bê tông nhựa sử dụng sợi basalt với hàm lượng 0,1% (5,13 mm). Hỗn hợp bê tông nhựa đối chứng không sử dụng sợi basalt có chiều sâu LVBX lớn nhất (5,83 mm). Như vậy, việc sử dụng sợi basalt cho bê tông nhựa với hàm lượng sợi 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% và 0,5% có hiệu quả trong việc giảm chiều sâu LVBX, các giá trị giảm tương ứng là 12%; 14%; 28%; 37%; và 17% so với mẫu đối chứng. Kết quả thí nghiệm đã cho thấy khả năng kháng LVBX tốt của hỗn hợp bê tông nhựa sử dụng sợi basalt so với hỗn hợp bê tông nhựa thông thường không sử dụng sợi.

Ví dụ 2. Chế tạo mẫu và thử nghiệm đánh giá khả năng kháng nứt

Chế tạo 6 mẫu bê tông nhựa tương ứng với 6 cấp phối nêu trên trên, trong đó mẫu bê tông nhựa có hàm lượng sợi basalt 0% và hàm lượng bitum tương ứng 4,6% là mẫu đối chứng. Các mẫu thí nghiệm có dạng hình trụ được chế tạo bằng thiết bị đầm xoay Superpave có đường kính 150 ± 2 mm và chiều cao 62 ± 1 mm.

Bộ thiết bị thí nghiệm được sử dụng trong nghiên cứu là thiết bị nén Marshall gắn bộ LVDT tự động ghi dữ liệu và vẽ biểu đồ đường cong lực - chuyển vị. Mẫu được gắn vào bộ giá, đảm bảo mẫu được đặt ở trung tâm và tiếp xúc đồng đều trên giá đỡ. Gia tải cho mẫu với tốc độ không đổi 50 ± 2.0 mm/phút trong suốt thời gian thử nghiệm đồng thời kiểm soát đường chuyển vị tải trọng. Mẫu sẽ được nén đến khi lực nén giảm xuống còn khoảng 0,1 kN thì dừng lại.

Mẫu thử nghiệm được đặt trong buồng ôn nhiệt ở nhiệt độ thử nghiệm là $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ trong thời gian 2 giờ $\pm$ 10 phút. Sau đó được mang ra nén.

Kết quả thí nghiệm chỉ số kháng nứt CT_{Index} của các loại bê tông nhựa với hàm lượng sợi khác nhau nêu trên được thể hiện trên Hình 7.

Như thể hiện trên Hình 7, so với bê tông nhựa đối chứng không sử dụng sợi basalt, bê tông nhựa sử dụng sợi basalt với hàm lượng từ 0,1% lên 0,4% có chỉ số CT_{Index} tăng cao hơn đáng kể, mức tăng tương ứng lần lượt với mức tăng hàm lượng sợi 0,1%, 0,2%, 0,3% và 0,4% là 8,29%; 21,13%; 64,78%; 90,97%. Chỉ số CT_{Index} đạt giá trị lớn nhất (309,20) là

hỗn hợp bê tông nhựa sử dụng sợi basalt với hàm lượng 0,4%. Tuy nhiên, khi hàm lượng sợi basalt sử dụng cho bê tông nhựa lên đến 0,5% thì chỉ số CT_{Index} bắt đầu giảm chỉ còn 218,91. Điều này cho thấy tỷ lệ bitum trong hỗn hợp bê tông nhựa và tác dụng của sợi basalt đã ảnh hưởng lớn đến chỉ số kháng nứt CT_{Index} . Sử dụng sợi basalt giúp cải thiện đáng kể khả năng kháng nứt của bê tông nhựa, bê tông nhựa có chỉ số kháng nứt CT_{Index} đạt giá trị lớn nhất khi sử dụng hàm lượng sợi 0,4%.

Ví dụ 3. Chế tạo mẫu và xác định mô đun đàn hồi tĩnh

Chế tạo 6 mẫu bê tông nhựa tương ứng với 6 cấp phối nêu trên trên, trong đó mẫu bê tông nhựa có hàm lượng sợi basalt 0% và hàm lượng bitum tương ứng 4,6% là mẫu đối chứng. Các mẫu bê tông nhựa thí nghiệm được chế bị dạng hình trụ có đường kính và chiều cao bằng 100mm.

Thí nghiệm sử dụng thiết bị đầm xoay (Gyratory Testing machines) do hãng Daiwa Kenko, Nhật Bản sản xuất. Quá trình nén mẫu sử dụng thiết bị UTM do hãng Cooper, Vương quốc Anh sản xuất. Thiết bị có buồng bảo ôn để đảm bảo duy trì nhiệt độ trong suốt quá trình thí nghiệm. Trước khi thí nghiệm, mẫu được đặt trong buồng bảo ôn có nhiệt độ bằng nhiệt độ thí nghiệm tối thiểu 2 giờ. Sau đó tiến hành nén mẫu theo từng mức nhiệt độ bao gồm 15°C, 30°C và 60°C.

Kết quả thí nghiệm mô đun đàn hồi tĩnh ở 15°C, 30°C và 60°C của 6 loại hỗn hợp được thể hiện ở Hình 8.

Hình 8 cho thấy, ở cả 3 mức nhiệt độ thí nghiệm 15°C, 30°C và 60°C, mô đun đàn hồi tĩnh của bê tông nhựa sử dụng sợi basalt (ở tất cả 5 hàm lượng sợi) đều cao hơn mô đun đàn hồi tĩnh của bê tông nhựa đối chứng (không sử dụng sợi basalt).

Ở nhiệt độ 15°C, khi hàm lượng sợi basalt tăng từ 0,1% lên 0,4%, giá trị mô đun đàn hồi tĩnh của bê tông nhựa tăng lên, mức tăng lần lượt là 4%, 23%, 40% và 57%. Tuy nhiên, khi hàm lượng sợi basalt sử dụng lên đến 0,5%, thì giá trị mô đun đàn hồi tĩnh của bê tông nhựa bắt đầu giảm chỉ còn 924,55 MPa.

Xu hướng gần tương tự diễn ra ở 2 mức nhiệt độ 30°C và 60°C. Khi hàm lượng sợi basalt tăng từ 0,1% lên 0,3%, giá trị mô đun đàn hồi tĩnh của bê tông nhựa tăng dần, mức tăng tương ứng lần lượt là 9%, 22% và 54% (ở nhiệt độ 30°C) và 6%, 9% và 22% (ở nhiệt

độ 60°C). Tuy vậy, khi tiếp tục tăng hàm lượng sử dụng sợi basalt trong bê tông nhựa lên đến 0,4% và 0,5%, thì giá trị mô đun đàn hồi tĩnh của bê tông nhựa bắt đầu giảm dần.

Có thể giải thích xu hướng này như sau: sợi basalt làm tăng độ nhớt của vữa nhựa, do đó cường độ liên kết giữa nhựa đường và cốt liệu được tăng lên. Không những vậy, độ bền liên kết cũng được cải thiện nhờ hiệu ứng cầu nối giữa các sợi basalt trong hỗn hợp. Sợi basalt phân bố ngẫu nhiên trong không gian ba chiều của hỗn hợp bê tông nhựa, giúp phân tán ứng suất và tránh ứng suất quá mức, vì vậy tăng giá trị mô đun đàn hồi tĩnh của bê tông nhựa. Tuy nhiên, khi sử dụng hàm lượng sợi basalt quá cao, dẫn đến sự phân tán sợi không đồng đều và độ xốp quá mức của hỗn hợp, điều này sẽ làm giảm trị mô đun đàn hồi tĩnh của bê tông nhựa.

Ở nhiệt độ 15°C, mô đun đàn hồi tĩnh của bê tông nhựa sử dụng sợi basalt với hàm lượng 0,4% đạt giá trị lớn nhất (1.210,20 MPa), cao hơn so với bê tông nhựa đối chứng là 57%. Tiếp theo là bê tông nhựa sử dụng sợi basalt với hàm lượng 0,3%, 0,2%, 0,5% và 0,1%.

Ở nhiệt độ 30°C và 60°C, mô đun đàn hồi tĩnh của bê tông nhựa sử dụng sợi basalt với hàm lượng 0,3% đạt giá trị lớn nhất (524,21 MPa và 284,83 MPa), cao hơn so với bê tông nhựa đối chứng tương ứng là 54% và 22%.

Sợi basalt có thể hấp thụ một số thành phần nhẹ của bitum để cải thiện độ nhớt của nó, đồng thời sợi basalt phân bố ngẫu nhiên trong không gian ba chiều của hỗn hợp bê tông nhựa, giúp phân tán ứng suất và tránh ứng suất quá mức. Vì vậy, mô đun đàn hồi tĩnh của bê tông nhựa có thể được tăng cường khi bổ sung sợi basalt. Tuy nhiên, cần lưu ý sử dụng sợi basalt với hàm lượng hợp lý để có thể phát huy hiệu quả tốt nhất. Bởi vì khi sử dụng sợi basalt với hàm lượng cao, có thể dẫn đến hiện tượng sợi bị vón cục hoặc sự phân bố không đồng đều trong bê tông nhựa.

Ví dụ 4. Chế tạo mẫu và thí nghiệm cường độ uốn

Chế tạo 6 mẫu bê tông nhựa tương ứng với 6 cấp phối nêu trên trên, trong đó mẫu bê tông nhựa có hàm lượng sợi basalt 0% và hàm lượng bitum tương ứng 4,6% là mẫu đối chứng. Các mẫu bê tông nhựa thí nghiệm là mẫu kiểu đầm kích thước 50×50×250 mm.

Các hỗn hợp được đúc trên thiết bị đầm lặn (Daiwakenko, Nhật Bản sản xuất) kích thước $320 \times 260 \times 50$ mm tại phòng thí nghiệm LAS-XD72 - Trường Đại học Công nghệ GTVT. Sau đó tiến hành cắt mẫu bằng thiết bị cắt chuyên dụng để đạt kích thước $50 \times 50 \times 250$ mm. Mẫu được bảo ôn ở 15°C trong thời gian 120 phút. Sau đó, lấy mẫu đặt lên bộ gá có 2 gối tựa cách nhau 200 mm. Thí nghiệm được thực hiện trên máy nén Marshall với tốc độ gia tải 100 mm/phút cho đến khi phá hoại.

Kết quả thí nghiệm cường độ kéo uốn thể hiện trên Hình 9.

Hình 9 cho thấy, so với bê tông nhựa đối chứng không sử dụng sợi basalt, sử dụng sợi basalt đã cải thiện đáng kể cường độ kéo uốn của bê tông nhựa. Khi sử dụng sợi basalt với hàm lượng 0,3%, cường độ kéo uốn đạt giá trị lớn nhất (10,19 MPa). Bê tông nhựa sử dụng sợi basalt với hàm lượng 0,4% có cường độ kéo uốn đạt giá trị lớn thứ hai (9,819 MPa). Bê tông nhựa đối chứng không sử dụng sợi basalt, cường độ kéo uốn đạt giá trị nhỏ nhất (8,168 MPa).

Bê tông nhựa sử dụng sợi basalt với hàm lượng tăng dần từ 0,1% lên 0,3% thì cường độ kéo uốn tăng dần, mức độ tăng so với bê tông nhựa đối chứng lần lượt là 14%, 19% và 25%. Khi tiếp tục tăng hàm lượng sợi lên 0,4% và 0,5%, thì giá trị cường độ kéo uốn bắt đầu giảm, tuy nhiên vẫn tăng so với bê tông nhựa đối chứng tương ứng là 20% và 15%.

Yêu cầu bảo hộ

1. Bê tông nhựa sử dụng sợi basalt trong các thành phần nguyên liệu đầu bao gồm:

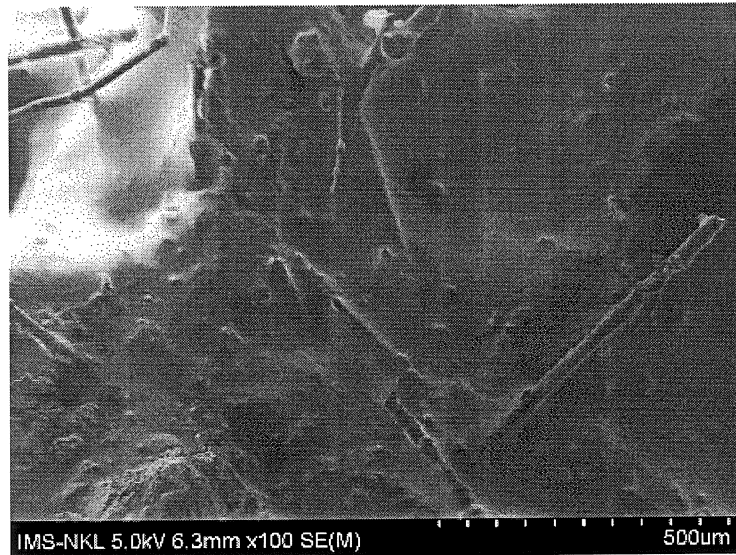
cốt liệu gồm: cốt liệu lớn là đá dăm có cỡ hạt 5-19mm chiếm 45-55% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu, và cốt liệu nhỏ là cát tự nhiên hoặc cát nghiền có cỡ hạt 0,14-5mm chiếm 35-45% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu;

bột khoáng chiếm 4-6% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu, trong đó bột khoáng bao gồm sản phẩm được nghiền từ đá các-bô-nát có cường độ nén của đá gốc lớn hơn 40 MPa, từ xỉ lò cao hoặc là xi măng;

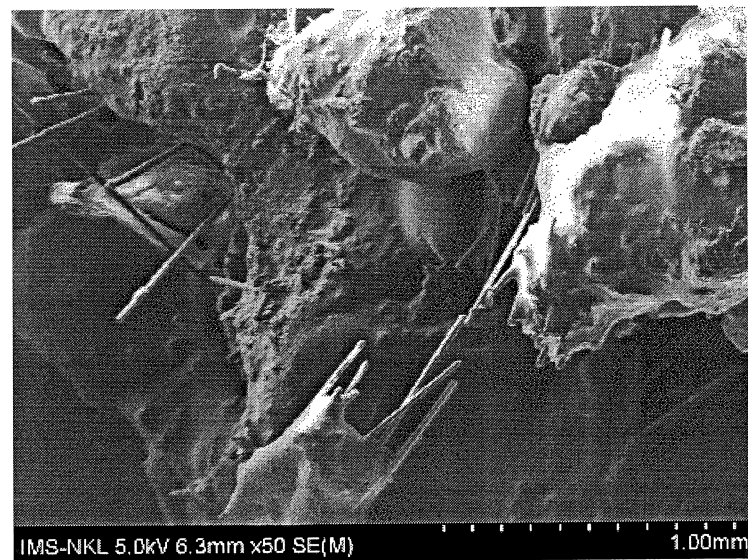
sợi basalt chiếm 0,3% hoặc 0,4% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu;

chất kết dính là bitum chiếm 5,1% hoặc 5,3% trọng lượng hỗn hợp nguyên liệu tương ứng với hàm lượng sợi basalt là 0,3% hoặc 0,4%.

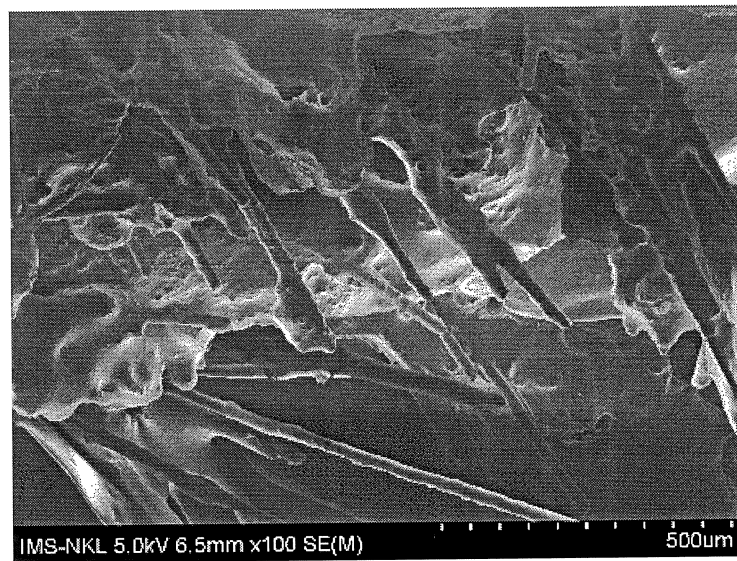
2. Bê tông nhựa sử dụng sợi basalt theo điểm 1, trong đó sợi basalt có chiều dài sợi là 3 mm, 6mm, 9mm, 12mm, 18mm hoặc 24mm.
3. Bê tông nhựa sử dụng sợi basalt theo điểm 2, trong đó sợi basalt có chiều dài sợi là 12mm.
4. Bê tông nhựa sử dụng sợi basalt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó:
sợi basalt chiếm 0,3% trọng lượng;
bitum chiếm 5,1% trọng lượng.
5. Bê tông nhựa sử dụng sợi basalt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó:
sợi basalt chiếm 0,4% trọng lượng;
bitum chiếm 5,3% trọng lượng.



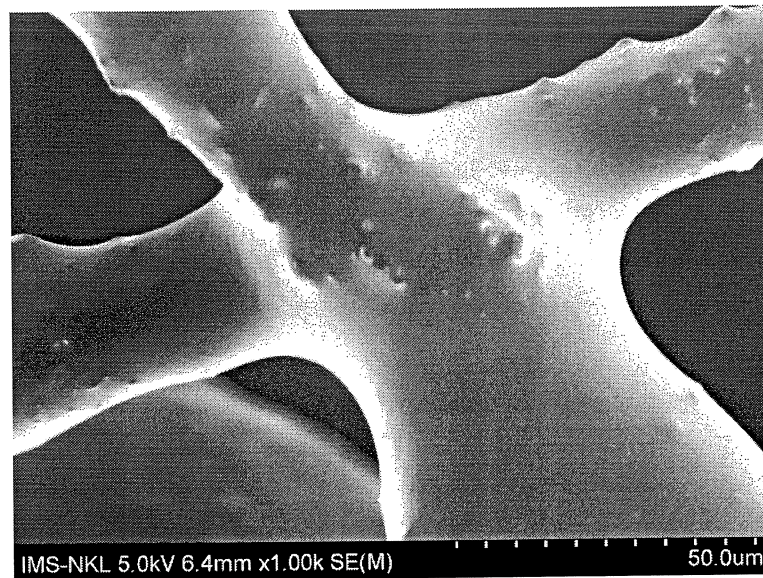
Hình 1



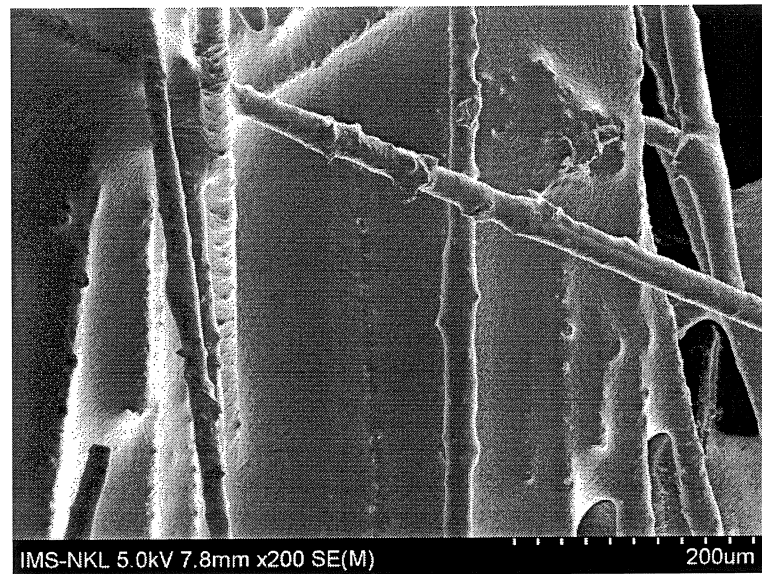
Hình 2



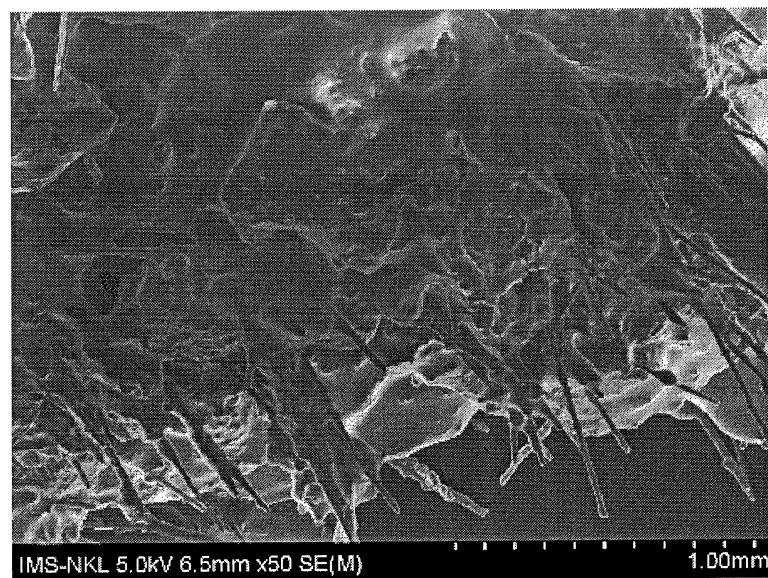
Hình 3A



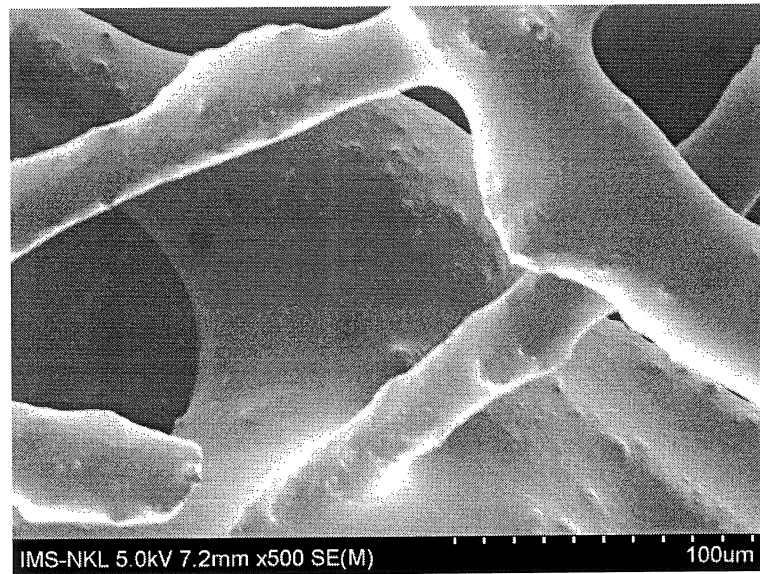
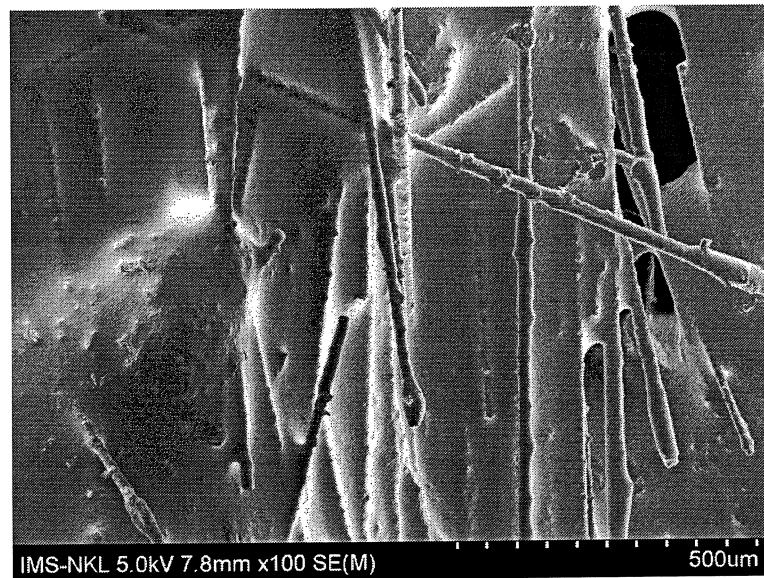
Hình 3B

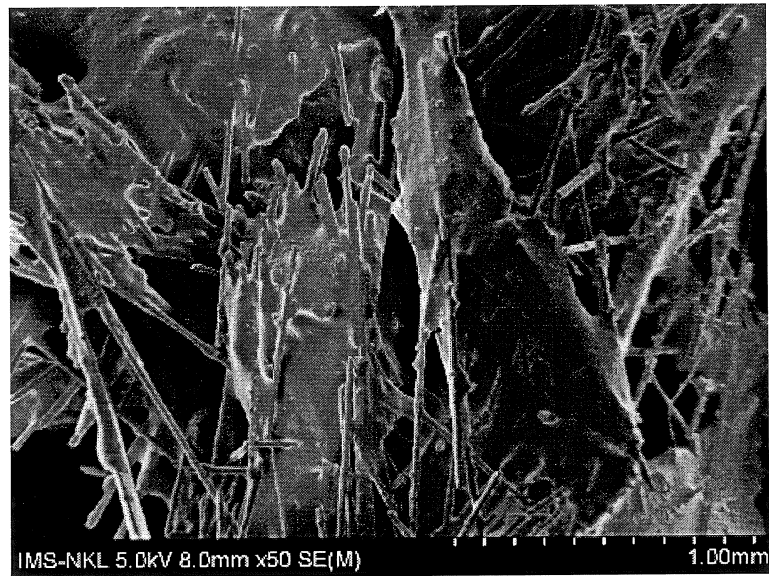


Hình 3C

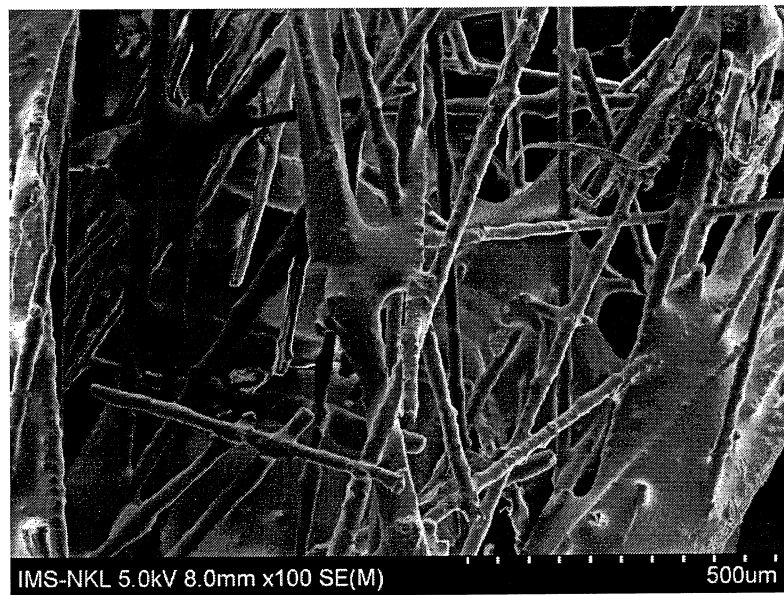


Hình 4A

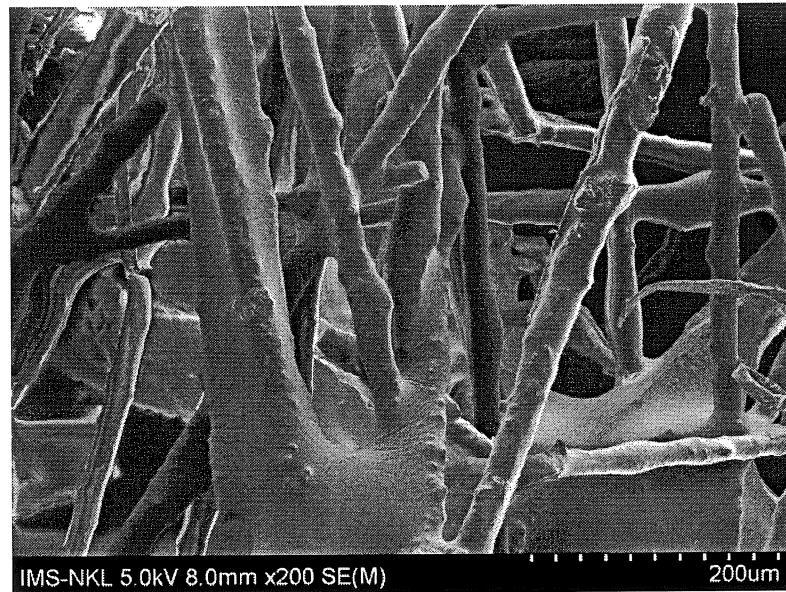
**Hình 4B****Hình 4C**



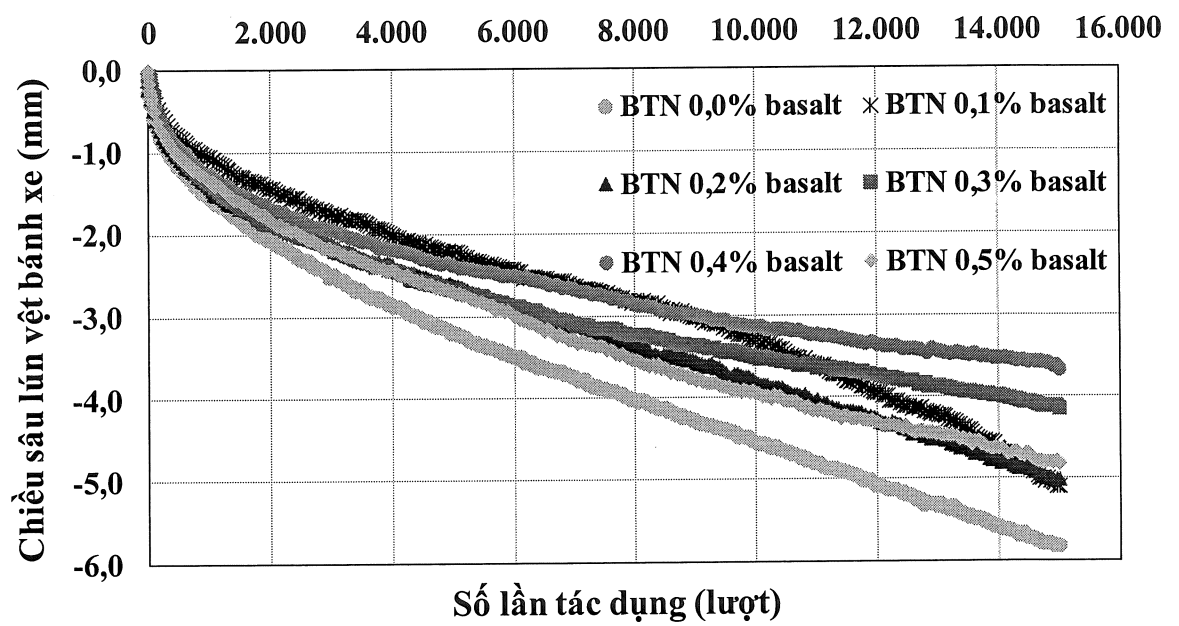
Hình 5A



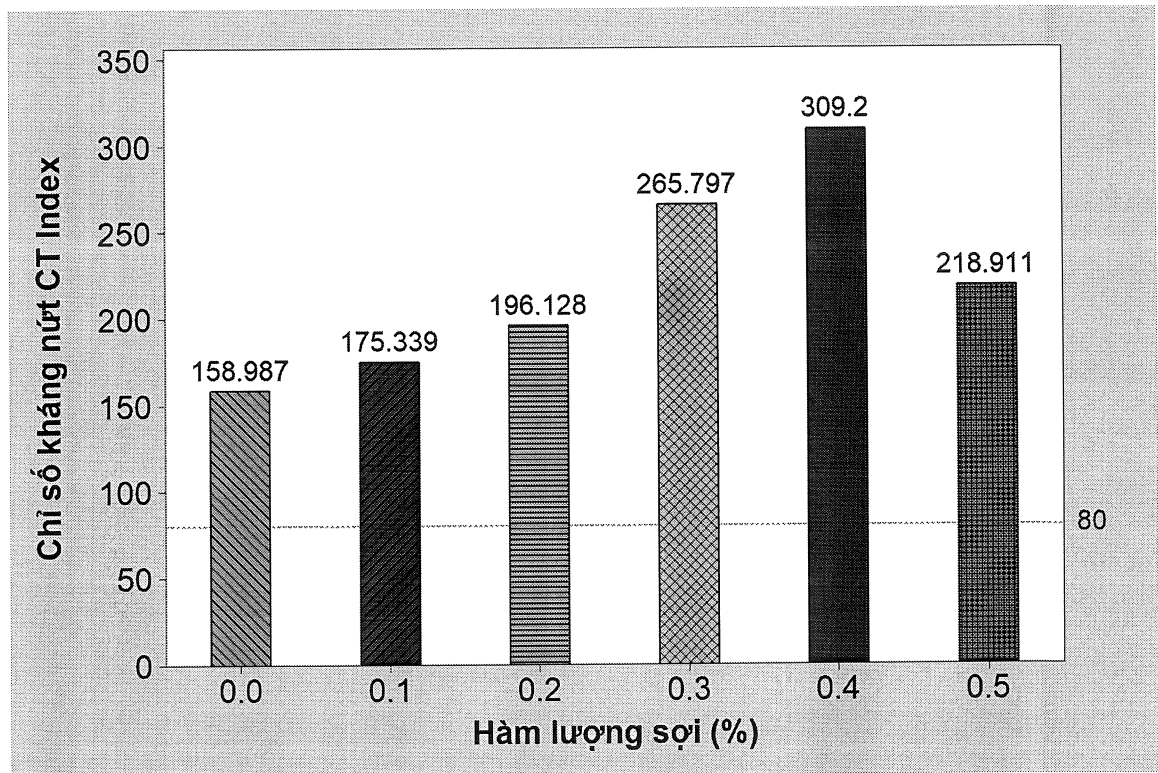
Hình 5B



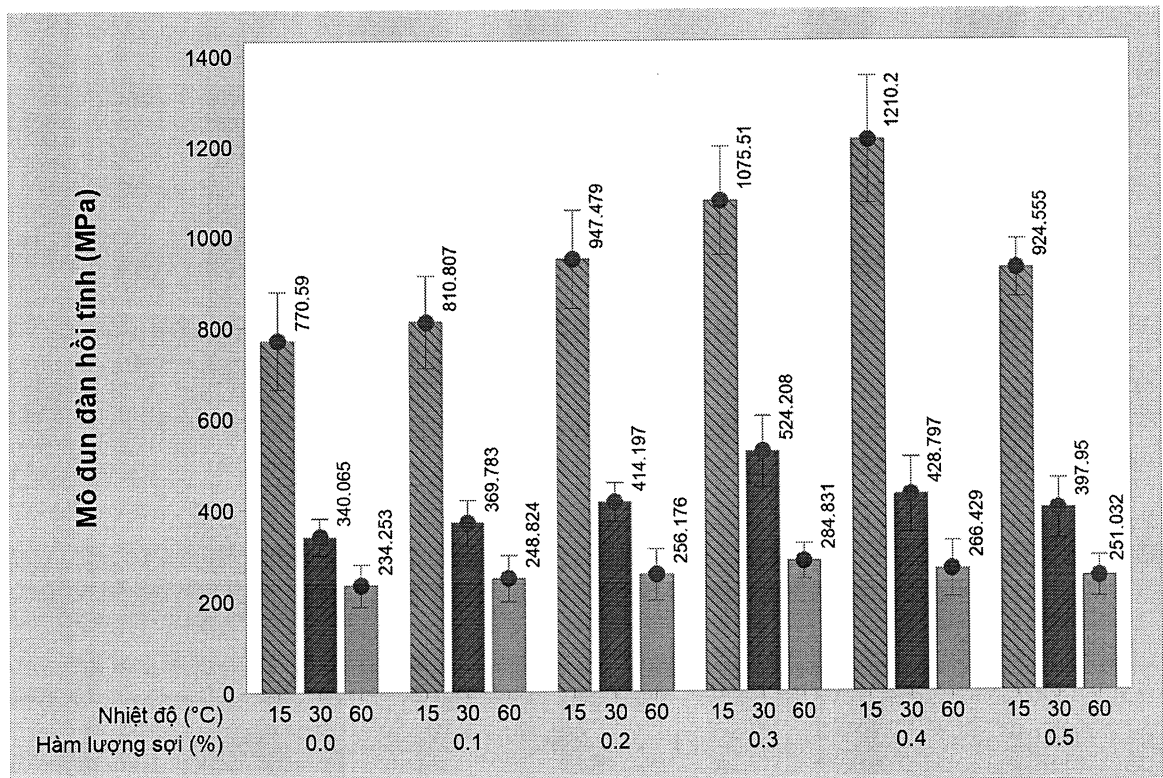
Hình 5C



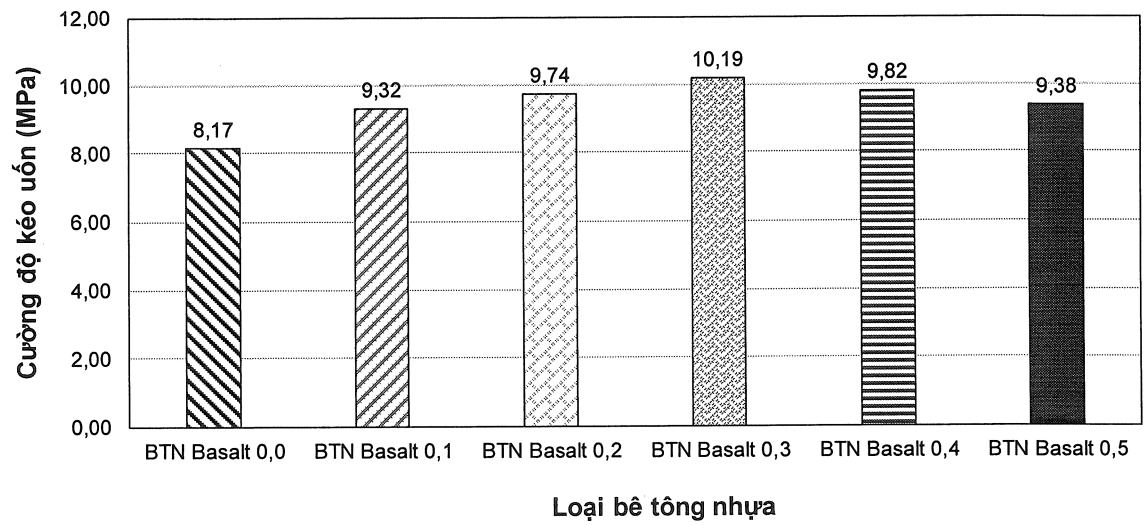
Hình 6



Hình 7



Hình 8

**Hình 9**