



(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)



2-0003372

(51) **C04B 28/26; C04B 18/08; C04B 18/14**
2022.01

(13) **Y**

(21) 2-2023-00075

(22) 10/05/2021

(67) 1-2021-02569

(45) 25/10/2023 427

(43) 25/08/2021 401

(76) 1. Trịnh Hoàng Sơn (VN)

Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải, Số 54 Triều Khúc, Thanh Xuân, Hà Nội

2. Đào Văn Đông (VN)

Trường Đại học Hòa Bình, Số 8 Bùi Xuân Phái, Mỹ Đình II, Nam Từ Liêm, Hà Nội

(54) **HỖN HỢP VỮA VÀ HỖN HỢP BÊ TÔNG GEOPOLYME CHỨA CHẤT HOẠT HÓA
DẠNG BỘT, PHỤ GIA SIÊU DỄO VÀ KHÔNG SỬ DỤNG NAOH**

(57) Sáng chế đề cập đến hỗn hợp bê tông geopolyme chứa chất hoạt hóa dạng bột, phụ gia siêu dẻo và không sử dụng NaOH cụ thể bao gồm thành phần như sau: chất hoạt hóa Sodium Metasilicate dạng bột chiếm 0,7%-3,6% trọng lượng; cốt liệu lớn là đá dăm hoặc xỉ thép có cỡ hạt 5-20 mm) chiếm 44%-49% trọng lượng; chất kết dính bao gồm tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn S95 chiếm 12%-22% trọng lượng; nước chiếm 2,7%-9,4% trọng lượng; phụ gia siêu dẻo chiếm 0,11%-0,32% trọng lượng; còn lại là cốt liệu nhỏ là cát hoặc xỉ thép có cỡ hạt từ 0,14 mm đến 5 mm. Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến hỗn hợp vữa geopolyme có thành phần gồm chất hoạt hóa Sodium Metasilicate dạng bột và không sử dụng NaOH.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực xây dựng, cụ thể là đề cập đến hỗn hợp vữa geopolyme và hỗn hợp bê tông geopolyme chứa chất hoạt hóa dạng bột và phụ gia siêu dẻo với một số tính năng phù hợp để chế tạo các cấu kiện xây dựng, công trình dân dụng, giao thông và thủy lợi, nhất là các công trình trong môi trường biển.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, vữa và bê tông geopolyme đang được nghiên cứu và đã có nhiều ứng dụng trên thế giới. Bê tông geopolyme là loại bê tông không sử dụng chất kết dính xi măng thông thường mà là sản phẩm của phản ứng giữa dung dịch kiềm và các loại vật liệu có chứa hàm lượng lớn hợp chất silic và nhôm. Chất kết dính này cũng có thể gọi là chất kết dính kiềm hoạt hóa hay geopolyme.

Hỗn hợp bê tông geopolyme thông thường bao gồm các thành phần sau: cốt liệu lớn chiếm 44% đến 49% khối lượng, cốt liệu nhỏ chiếm khoảng 17%-20% khối lượng, tro bay và xỉ lò cao chiếm 10 đến 15% khối lượng, dung dịch kiềm hoạt hóa

Để chế tạo hỗn hợp vữa và hỗn hợp bê tông geopolyme thường phối trộn giữa hai thành phần là thủy tinh lỏng Na_2SiO_3 và dung dịch kiềm NaOH có nồng độ từ 8-16M, tạo thành dung dịch kiềm hoạt hóa ở dạng lỏng kết hợp với tro bay, xỉ lò cao S95 và hỗn hợp cốt liệu tạo thành một loại đá nhân tạo gọi là vữa hoặc bê tông geopolyme. Thành phần vật liệu và phương pháp chế tạo vữa và bê tông geopolyme hiện hành nêu trên là một thành tựu lớn về vật liệu xây dựng thân thiện với môi trường và hiện vẫn đang được nhiều trung tâm nghiên cứu, sản xuất ứng dụng trong và ngoài nước áp dụng.

Tuy nhiên, để chế tạo hỗn hợp vữa và hỗn hợp bê tông geopolyme theo phương pháp trên thì khi sử dụng dung dịch kiềm NaOH có nồng độ cao sẽ gây ăn mòn nguy hại và mất an toàn lao động trong việc chế tạo, thi công vữa và bê tông geopolyme. Hơn nữa, khi pha trộn NaOH khan với nước và giữa dung dịch NaOH với dung dịch

thủy tinh lỏng Na_2SiO_3 , quá trình này tỏa nhiệt lên đến gần 70°C . Thông thường dung dịch kiềm hoạt hóa sử dụng ở dạng lỏng bao gồm hai thành phần là thủy tinh lỏng Na_2SiO_3 và NaOH cần phải được pha sẵn theo tỉ lệ và để nguội trước khi trộn vữa hoặc bê tông nên ảnh hưởng đến tiến độ và tăng kinh phí sản xuất.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế đề xuất hỗn hợp vữa geopolyme và hỗn hợp bê tông geopolyme mới sử dụng chất hoạt hóa là Sodium Metasilicate dạng bột vừa đảm bảo cường độ vừa khắc phục được nhược điểm trong sản xuất của hỗn hợp vữa geopolyme và hỗn hợp bê tông geopolyme đã biết.

Để đạt được mục đích trên, theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất hỗn hợp bê tông geopolyme bao gồm:

chất hoạt hóa Sodium Metasilicate dạng bột chiếm 0,7%-3,6% trọng lượng;

cốt liệu lớn có cỡ hạt 5-20 mm chiếm 44%-49% trọng lượng;

chất kết dính bao gồm tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn S95 chiếm 12%-22% trọng lượng;

nước chiếm 2,7%-9,4% trọng lượng;

phụ gia siêu dẻo gốc Ligno, Naphtalen hoặc Polycarboxylat chiếm 0,11%-0,32% trọng lượng;

còn lại là cốt liệu nhỏ có cỡ hạt từ 0,14 mm đến 5 mm.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất hỗn hợp vữa geopolyme bao gồm:

chất hoạt hóa Sodium Metasilicate dạng bột chiếm 1%-6,2% trọng lượng;

cốt liệu nhỏ là cát hoặc xỉ thép có cỡ hạt từ 0,14 mm đến 5 mm chiếm 50%-70% trọng lượng;

chất kết dính bao gồm tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn S95 chiếm 17,4%-38,4% trọng lượng;

nước chiếm 5%-16,9% trọng lượng;

phụ gia siêu dẻo gốc Ligno; Naphtalen; Polycarboxylat chiếm 0,13%-0,56% trọng lượng.

Hỗn hợp vữa và hỗn hợp bê tông geopolyme theo sáng chế sử dụng chất hoạt hóa Sodium Metasilicate (Na_2SiO_3) dạng bột bao gồm Sodium Metasilicate Anhydrous (Na_2SiO_3 khan) và/hoặc Sodium Metasilicate Pentahydrate ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) thay cho dung dịch kiềm (NaOH) có nồng độ cao pha trộn với thủy tinh lỏng (Na_2SiO_3) vẫn đảm bảo được cường độ chịu nén từ 20 MPa đến 80 MPa và các tính năng khác. Các chất hoạt hóa dạng bột này đều có tỉ lệ mol $\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O} > 1,45$ và độ PH phù hợp, điều này cho thấy với tỉ lệ trên thì hỗn hợp vữa geopolyme và hỗn hợp bê tông geopolyme luôn an toàn và không gây ra ăn mòn và mất an toàn lao động.

Ngoài việc sử dụng chất hoạt hóa dạng bột để cải thiện và đơn giản hóa phương pháp chế tạo hỗn hợp vữa geopolyme và hỗn hợp bê tông geopolyme tương tự như vữa và bê tông xi măng truyền thống thì sáng chế còn sử dụng phụ gia siêu dẻo để cải thiện các tính chất của hỗn hợp bê tông geopolyme. Hỗn hợp bê tông geopolyme được chế tạo theo tổ hợp vật liệu theo sáng chế được xem là có tính mới cả trong nước và trên thế giới.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: là biểu đồ thể hiện mối tương quan giữa cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày của hỗn hợp bê tông geopolyme theo sự thay đổi của chất hoạt hóa dạng bột.

Hình 2: là biểu đồ thể hiện mối tương quan giữa cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày của hỗn hợp vữa geopolyme theo sự thay đổi của chất hoạt hóa dạng bột;

Mô tả chi tiết sáng chế

Xuất phát từ những nghiên cứu, bất ngờ các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng chất kết dính geopolyme từ tro bay, xỉ lò cao S95 và chất hoạt hóa dạng bột Sodium Metasilicate có thể kết hợp được với hầu hết các loại cốt liệu như cốt liệu có nguồn tự nhiên như đá dăm hoặc sỏi, cát; cốt liệu xi thép là thải phẩm của nhà máy luyện gang thép để tạo ra bê tông geopolyme. Do đó, các tác giả sáng chế đã tiến hành chế tạo thử nghiệm loại bê tông geopolyme mới sử dụng chất hoạt hóa là Sodium Metasilicate dạng bột bao gồm Sodium Metasilicate Anhydrous (Na_2SiO_3 khan) và/hoặc Sodium Metasilicate Pentahydrate ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) thay cho dung dịch kiềm (NaOH) có nồng độ cao pha trộn với thủy tinh lỏng (Na_2SiO_3). Trong đó, hỗn hợp bê

tông geopolyme chế tạo thử nghiệm này có các hàm lượng cốt liệu, chất kết dính chiếm, nước tương tự như hỗn hợp bê tông geopolyme thông thường và có thể bao gồm cả các phụ gia siêu dẻo để điều chỉnh các tính chất của hỗn hợp bê tông geopolyme.

Căn cứ cơ sở trên, sáng chế đã tiến hành lựa chọn các khoảng hàm lượng tỉ lệ thay đổi để đúc mẫu thí nghiệm trong phòng với hàm mục tiêu là cường độ chịu nén ở 28 ngày tuổi để xác định và phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ nén, từ đó xác định được khoảng tối ưu đối với các vật liệu để chế tạo hỗn hợp bê tông geopolyme.

Theo phương án thứ nhất, hỗn hợp bê tông geopolyme sử dụng chất hoạt hóa dạng bột kết hợp với phụ gia siêu dẻo bao gồm các thành phần cụ thể như sau:

Chất kết dính bao gồm chất hoạt hóa là Sodium Metasilicate dạng bột chiếm 0,7%-3,6% trọng lượng, tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn S95 chiếm 12%-22% trọng lượng; cốt liệu lớn là đá dăm hoặc xỉ thép có cỡ hạt 5-20 mm chiếm 44%-49% trọng lượng; nước chiếm 2,7%-9,4% trọng lượng; phụ gia siêu dẻo chiếm 0,11%-0,32% trọng lượng; còn lại là cốt liệu nhỏ là cát hoặc xỉ thép có cỡ hạt từ 0,14 mm đến 5 mm.

Hỗn hợp bê tông geopolyme theo phương án thứ nhất trên có cường độ chịu nén từ 31,32 MPa đến 80,22 MPa.

Theo phương án thứ hai, hỗn hợp bê tông geopolyme sử dụng chất hoạt hóa dạng bột kết hợp với phụ gia siêu dẻo bao gồm các thành phần cụ thể như sau:

Chất kết dính bao gồm chất hoạt hóa là Sodium Metasilicate dạng bột chiếm 1%-6,2% trọng lượng, tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn S95 chiếm 17,4%-38,4% trọng lượng; cốt liệu nhỏ là cát hoặc xỉ thép có cỡ hạt từ 0,14 mm đến 5 mm chiếm 50%-70% trọng lượng; nước chiếm 5%-16,9% trọng lượng; phụ gia siêu dẻo gốc Ligno; Naphtalen; Polycarboxylat chiếm 0,13%-0,56% trọng lượng.

Cốt liệu sử dụng trong hỗn hợp bê tông geopolyme theo phương án thứ hai chỉ là cốt liệu nhỏ cỡ hạt từ 0,14 mm đến 5 mm mà không có cốt liệu lớn có cỡ hạt từ 5 mm trở lên, do đó hỗn hợp bê tông geopolyme theo phương án này còn được gọi là vữa geopolyme hoặc là bê tông geopolyme hạt mịn.

Hỗn hợp vữa geopolyme theo phương án thứ hai có cường độ chịu nén từ 20,95 MPa đến 59,41 MPa.

Dễ dàng nhận thấy, so với việc chế tạo theo phương pháp truyền thống trước đây, khi sử dụng chất hoạt hóa là Sodium Metasilicate dạng bột và phụ gia siêu dẻo thì công tác chế tạo và sản xuất hỗn hợp vữa geopolyme và hỗn hợp bê tông geopolyme đơn giản hơn nhiều. Cụ thể là, phương pháp chế tạo hỗn hợp vữa geopolyme hoặc bê tông geopolyme theo sáng chế bao gồm các bước:

Bước 1: chuẩn bị các nguyên vật liệu theo định lượng cấp phối đã được tính toán

Bước 2: trộn chất hoạt hóa Sodium Metasilicate dạng bột được trộn khô trong vòng 3-4 phút với hỗn hợp cốt liệu; tro bay và xỉ lò cao S95.

Bước 3: nước và phụ gia siêu dẻo được định lượng và cho trực tiếp vào hỗn hợp trên để trộn ướt trong khoảng 5-8 phút và hiệu chỉnh đến khi hỗn hợp đạt yêu cầu về tính công tác thì tiến hành đổ khuôn tạo hình sản phẩm.

Bước 4: bảo dưỡng các cấu kiện xây dựng sử dụng hỗn hợp vữa và bê tông geopolyme ở điều kiện thường, không cần bảo dưỡng ở nhiệt độ cao như đối với vữa và bê tông geopolyme sử dụng đá dăm, cát, tro bay và không ngâm trong nước như bê tông xi măng truyền thống.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1:

Thiết kế năm hỗn hợp bê tông geopolyme bao gồm các thành phần như sau:

Cốt liệu lớn xỉ thép có cỡ hạt 5-20 mm chiếm 45% trọng lượng; cốt liệu nhỏ xỉ thép có cỡ hạt từ 0,14 mm đến 5 mm chiếm 29%; chất kết dính bao gồm tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn S95 chiếm 18% trọng lượng; chất hoạt hóa là Sodium Metasilicate dạng bột thay đổi lần lượt là 0,9%, 1,4%, 1,9%, 2,4% và 2,9% trọng lượng; còn lại là nước và phụ gia siêu dẻo. Cụ thể tính cho 1 m³ là:

Xỉ thép cỡ hạt 5 mm-20 mm: 1409 kg; Xỉ thép cỡ hạt 0,14mm-5mm: 887 kg; Chất kết dính bao gồm tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn S95: 562 kg; chất hoạt hóa Sodium Metasilicate dạng bột thay đổi lần lượt là 30 kg, 47 kg, 63 kg, 80 kg và 91 kg.

còn lại là nước và phụ gia siêu dẻo, với khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông là 3100 kg/m^3 .

Mỗi cấp phối bê tông geopolyme theo từng hàm lượng chất hoạt hóa trên được đúc 6 mẫu. Mẫu đúc bê tông geopolyme là mẫu hình trụ tròn có đường kính 150 mm và chiều cao 300 mm. Các mẫu được bảo dưỡng ở điều kiện nhiệt độ phòng và thí nghiệm xác định cường độ nén ở tuổi 28 ngày, kết quả cường độ nén được thể hiện trên Hình 1.

Như thể hiện trên Hình 1, cường độ nén trung bình của mỗi tổ hợp 6 mẫu với hàm lượng chất hoạt hóa Sodium Metasilicate dạng bột thay đổi lần lượt là 30 kg, 47 kg, 63 kg, 80 kg và 91 kg lần lượt là 31,32 MPa, 41,18 MPa, 50,62 MPa, 62,63 MPa và 80,22 MPa. Từ kết quả này cho thấy, bê tông geopolyme theo sáng chế có cường độ cao đáp ứng được yêu cầu sử dụng.

Ví dụ 2:

Thiết kế năm hỗn hợp vữa geopolyme bao gồm các thành phần: cốt liệu mịn xỉ thép có cỡ hạt từ 0,14-5mm chiếm 58% trọng lượng; chất kết dính bao gồm tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn S95 chiếm 30%-27% trọng lượng; chất hoạt hóa Sodium Metasilicate dạng bột thay đổi lần lượt chiếm 1,6%, 2,4%, 3,2%, 4% và 4,8% trọng lượng; còn lại là nước và phụ gia siêu dẻo. Cụ thể tính cho 1 m^3 là:

Xỉ thép có cỡ hạt 0,14mm-5mm: 1036 kg; Chất kết dính bao gồm tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn S95: 537 kg; chất hoạt hóa Sodium Metasilicate dạng bột thay đổi lần lượt là 28 kg, 42 kg, 56 kg, 70 kg và 87 kg còn lại là nước và phụ gia siêu dẻo, với khối lượng thể tích của hỗn hợp vữa geopolyme là 1800 kg/m^3 .

Mỗi cấp phối đối vữa geopolyme trên được đúc 6 mẫu. Mẫu đúc vữa geopolyme là loại mẫu dầm kích thước 40x40x160 mm. Các mẫu được bảo dưỡng ở điều kiện nhiệt độ phòng và thí nghiệm xác định cường độ nén ở tuổi 28 ngày, kết quả cường độ nén được thể hiện trên Hình 2.

Hình 2 cho thấy, cường độ nén trung bình của mỗi tổ hợp 6 mẫu với hàm lượng chất hoạt hóa Sodium Metasilicate dạng bột thay đổi lần lượt là 28 kg, 42 kg, 56 kg, 70 kg và 87 kg lần lượt là 20,95 MPa, 27,55 MPa, 33,87 MPa, 41,90 MPa và 59,41 MPa.

Từ kết quả này cho thấy, vữa geopolime theo sáng chế có cường độ cao đáp ứng được yêu cầu sử dụng.

Như thể hiện trên Hình 1 và Hình 2 mối tương quan giữa cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày của các mẫu vữa và bê tông geopolime nêu trên theo sự thay đổi của chất hoạt hóa dạng bột. Dễ nhận thấy rằng, hàm lượng chất hoạt hóa Sodium Metasilicate dạng bột tăng thì cường độ của vữa và bê tông geopolime tăng theo. Tuy nhiên, xét trên khía cạnh về giá thành nếu chất hoạt hóa tăng quá 10% trọng lượng thì vữa và bê tông geopolime theo sáng chế không còn hiệu quả về kinh tế so với bê tông xi măng truyền thống.

Hiệu quả của sáng chế

Việc sử dụng chất hoạt hóa Sodium Metasilicate dạng bột kết hợp với phụ gia siêu dẻo để chế tạo vữa và bê tông geopolime giúp đạt được một số hiệu quả sau:

i) Phương pháp chế tạo vữa và bê tông geopolime theo sáng chế đơn giản tương tự như vữa và bê tông xi măng truyền thống mà không phải dùng dung dịch kiềm hoạt hóa dạng lỏng như phương pháp chế tạo vữa và bê tông geopolime thông thường từ đó làm giảm nguy cơ gây ăn mòn, mất an toàn lao động;

ii) Vữa và bê tông geopolime theo sáng chế có cường độ cao từ 20-80 MPa, độ bền tốt, việc bảo dưỡng đơn giản ở ngay điều kiện bình thường mà không cần phải bảo dưỡng nhiệt;

iii) Góp phần giảm giá thành và đẩy nhanh tiến độ thi công hơn so với phương pháp chế tạo vữa và bê tông geopolime từ dung dịch kiềm hoạt hóa ở dạng lỏng (pha trộn giữa hai thành phần là dung dịch thủy tinh lỏng và dung dịch NaOH có nồng độ cao).

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hỗn hợp bê tông geopolyme chứa chất hoạt hóa dạng bột, phụ gia siêu dẻo và không sử dụng NaOH bao gồm các thành phần:

chất kết dính:

chất hoạt hóa Sodium Metasilicate dạng bột gồm Sodium Metasilicate Pentahydrate ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) và/hoặc Sodium Metasilicate Anhydrous (Na_2SiO_3 khan) chiếm 0,7%-3,6% trọng lượng;

tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn S95 chiếm 12%-22% trọng lượng;

cốt liệu lớn là đá dăm hoặc xỉ thép có cỡ hạt 5-20 mm chiếm 44%-49% trọng lượng;

nước chiếm 2,7%-9,4% trọng lượng;

phụ gia siêu dẻo gốc Ligno; Naphtalen; Polycarboxylat chiếm 0,11%-0,32% trọng lượng;

còn lại là cốt liệu nhỏ là cát hoặc xỉ thép có cỡ hạt từ 0,14 mm đến 5 mm.

2. Hỗn hợp vữa geopolyme chứa chất hoạt hóa dạng bột, phụ gia siêu dẻo và không sử dụng NaOH bao gồm các thành phần:

chất kết dính:

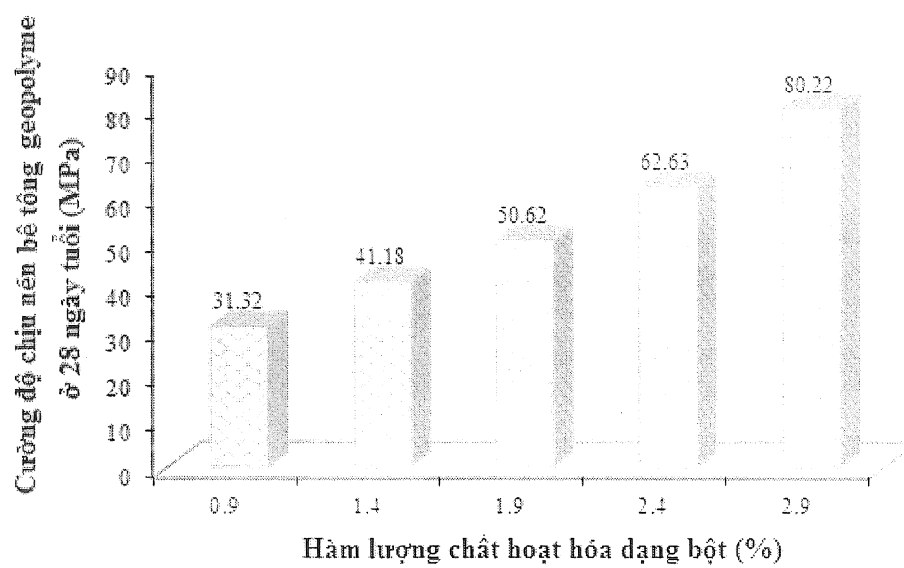
chất hoạt hóa Sodium Metasilicate dạng bột gồm Sodium Metasilicate Pentahydrate ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) và/hoặc Sodium Metasilicate Anhydrous (Na_2SiO_3 khan) chiếm 1%-6,2% trọng lượng;

tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn S95 chiếm 17,4%-38,4% trọng lượng;

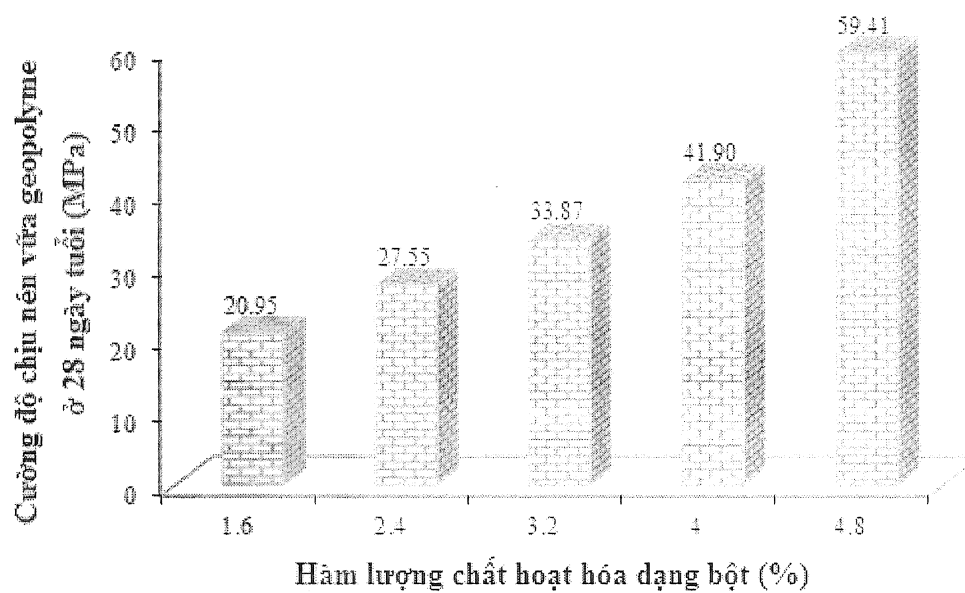
cốt liệu nhỏ là cát hoặc xỉ thép có cỡ hạt từ 0,14 mm đến 5 mm chiếm 50%-70% trọng lượng;

nước chiếm 5%-16,9% trọng lượng;

phụ gia siêu dẻo gốc Ligno; Naphtalen; Polycarboxylat chiếm 0,13%-0,56% trọng lượng.



Hình 1



Hình 2