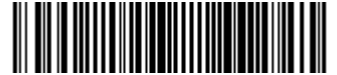




(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0002895

(51) **C04B 18/14**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2019-00367

(22) 30/08/2019

(45) 25/05/2022 410

(43) 25/09/2020 390A

(76) 1. Đào Văn Đông (VN)

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

2. Trịnh Hoàng Sơn (VN)

SN 49 tổ 9 thị trấn Đông Anh, thành phố Hà Nội

(54) **PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO BÊ TÔNG GEOPOLYME TỪ XỈ LUYỆN THÉP VÀ BÊ
TÔNG GEOPOLYME THU ĐƯỢC BẰNG PHƯƠNG PHÁP NÀY**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp chế tạo bê tông geopolyme từ xỉ luyện thép bao gồm các bước:

i) chuẩn bị vật liệu bao gồm các thành phần sau: chuẩn bị tro bay nhiệt điện và các phụ gia gồm thủy tinh lỏng (Na_2SiO_3) và hydroxit natri (NaOH), xỉ thép, nước;

ii) thiết kế thành phần hỗn hợp bê tông geopolyme và dự báo cường độ của bê tông thiết kế: lựa chọn để xác định tỷ lệ thành phần phối trộn giữa tro bay, thủy tinh lỏng, hydroxit natri, nước, xỉ thép để chế tạo 1 m^3 bê tông geopolyme đạt độ dẻo và cường độ mong muốn;

iii) nhào trộn, đổ khuôn tạo hình sản phẩm, và bảo dưỡng bê tông ở điều kiện nhiệt độ môi trường;

trong đó:

ở các bước i) và ii) xỉ thép được sử dụng để thay thế cả cốt liệu thô (đá dăm) và cốt liệu mịn (cát) để chế tạo bê tông geopolyme; và thành phần cấp phối của bê tông geopolyme được lựa chọn như sau: tro bay với lượng nằm trong khoảng từ 480 đến 510 kg, xỉ thép làm cốt liệu hạt lớn với cỡ hạt từ 4,75 đến 19 mm với lượng nằm trong khoảng 1670 đến 1736 kg, xỉ thép làm cốt liệu hạt nhỏ với cỡ hạt từ 0,15 đến 4,75mm với lượng nằm trong khoảng từ 716 đến 744 kg, dung dịch NaOH với lượng nằm trong khoảng từ 58 đến 52 kg, dung dịch nước thủy tinh Na_2SiO_3 với lượng nằm trong khoảng từ 173 đến 153 kg, và cường độ chịu nén đặc trưng của bê tông này được lựa chọn nằm trong khoảng từ 25MPa đến 35MPa.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp chế tạo bê tông geopolyme từ xỉ luyện thép và bê tông geopolyme thu được bằng phương pháp này, bê tông theo giải pháp hữu ích được sử dụng trong lĩnh vực vật liệu mới phục vụ cho xây dựng công trình dân dụng, giao thông và thủy lợi.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Nghiên cứu, chế tạo bê tông geopolyme, một loại vật liệu bê tông mới có thể thay thế cho bê tông xi măng truyền thống trong các ứng dụng xây dựng, đã được thực hiện trên thế giới và ở Việt Nam. Tuy nhiên, cốt liệu sử dụng để chế tạo bê tông geopolyme thường sử dụng là cốt liệu tự nhiên, như đá dăm và cát. Việc sử dụng xỉ thép, chất thải rắn công nghiệp có khối lượng lớn, làm cốt liệu để thay thế cho cả đá dăm và cát chưa được nghiên cứu sử dụng.

Xỉ thép có các tính chất kỹ thuật về cường độ, độ cứng phù hợp để làm cốt liệu cho bê tông nói chung và bê tông geopolyme nói riêng. Tuy nhiên, thành phần hóa học và khoáng vật của xỉ thép có hai yếu tố bất lợi nếu sử dụng cho bê tông xi măng thông thường. Thứ nhất, do xỉ thép có chứa vôi tự do, nên nếu sử dụng cho bê tông xi măng sẽ gây thay đổi thể tích dẫn đến nứt nẻ bê tông. Thứ hai, xỉ thép có chứa các kim loại nặng nên nếu dùng cho bê tông xi măng sẽ không đảm bảo an toàn cho môi trường. Vì vậy, muốn tận dụng xỉ thép thì việc nghiên cứu ứng dụng làm cốt liệu cho bê tông geopolyme là giải pháp phù hợp và khả thi.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Theo một khía cạnh, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp chế tạo bê tông geopolyme từ xỉ luyện thép bao gồm các bước:

i) chuẩn bị vật liệu bao gồm các thành phần sau: chuẩn bị tro bay nhiệt điện và các phụ gia gồm thủy tinh lỏng (Na_2SiO_3) và hydroxit natri (NaOH), xỉ thép, nước;

ii) thiết kế thành phần hỗn hợp bê tông geopolymer và dự báo cường độ của bê tông thiết kế: lựa chọn để xác định tỷ lệ thành phần phối trộn giữa tro bay, thủy tinh lỏng, hydroxit natri, nước, xi thép để chế tạo 1 m³ bê tông geopolymer đạt độ dẻo và cường độ mong muốn;

iii) nhào trộn, đổ khuôn tạo hình sản phẩm, và bảo dưỡng bê tông ở điều kiện nhiệt độ môi trường;

trong đó:

Ở các bước i) và ii) xi thép được sử dụng để thay thế cả cốt liệu thô (đá dăm) và cốt liệu mịn (cát) để chế tạo bê tông geopolymer; và thành phần cấp phối của bê tông geopolymer được lựa chọn như sau: tro bay với lượng nằm trong khoảng từ 480 đến 510 kg, xi thép làm cốt liệu hạt lớn với cỡ hạt từ 4,75 đến 19 mm với lượng nằm trong khoảng 1670 đến 1736 kg, xi thép làm cốt liệu hạt nhỏ với cỡ hạt từ 0,15 đến 4,75mm với lượng nằm trong khoảng từ 716 đến 744 kg, dung dịch NaOH với lượng nằm trong khoảng từ 58 đến 52 kg, dung dịch nước thủy tinh Na₂SiO₃ với lượng nằm trong khoảng từ 173 đến 153 kg, và cường độ chịu nén đặc trưng của bê tông này được lựa chọn nằm trong khoảng từ 25MPa đến 35MPa.

Theo một khía cạnh khác, giải pháp hữu ích đề xuất bê tông geopolymer sử dụng hoàn toàn cốt liệu từ xi thép thu được bằng phương pháp theo điểm 1, trong đó bê tông geopolymer này có cường độ chịu nén nằm trong khoảng từ 25MPa đến 35MPa.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 thể hiện SEM micrographs tại vùng chuyển tiếp giữa (a) chất kết dính geopolymer với cốt liệu xi thép; (b) chất kết dính geopolymer với đá bazan và (c) giữa chất kết dính xi măng pooc lăng với cốt liệu xi thép

Hình 2 thể hiện kết quả SEM của mẫu geopolymer cốt liệu tự nhiên

Hình 3 thể hiện kết quả SEM của mẫu geopolymer từ xỉ luyện thép

Hình 4 thể hiện biểu đồ quan hệ giữa cường độ kháng xuyên theo thời gian

Hình 5 thể hiện các cỡ hạt của cốt liệu xi thép

Hình 6 thể hiện biểu đồ cấp phối của xi thép cỡ hạt 4,75÷19 mm.

Hình 7 thể hiện biểu đồ cấp phối của xi thép cỡ hạt 0,15 ÷ 4,75 mm

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Quy trình công nghệ chế tạo bê tông geopolyme bao gồm 3 công đoạn, như sau:

Công đoạn 1 - Chuẩn bị vật liệu thành phần: chuẩn bị tro bay nhiệt điện và các phụ gia gồm thủy tinh lỏng (Na_2SiO_3) và Hydroxit Natri (NaOH), chuẩn bị xỉ thép, chuẩn bị nước;

Công đoạn 2 - Thiết kế thành phần hỗn hợp bê tông geopolyme và dự báo cường độ của bê tông thiết kế: lựa chọn để xác định tỷ lệ thành phần phối trộn giữa tro bay, thủy tinh lỏng, Hydroxit Natri, nước, xỉ thép để chế tạo 1 m^3 bê tông geopolyme đạt độ dẻo và cường độ mong muốn;

Ưu điểm tương đối nổi bật của chất kết dính geopolyme là tính dính kết cao và tương thích với hầu hết các loại cốt liệu (tự nhiên và nhân tạo) trong quá trình rắn chắc. Tại Việt Nam, ước tính có khoảng 1,5 triệu tấn xỉ thép được thải ra mỗi năm và chủ yếu được đem đi chôn lấp. Điều này gây lãng phí đất đai, tài nguyên và gây ô nhiễm môi trường. Vì vậy, nếu xỉ thép được sử dụng để thay thế cho đá dăm và cát trong xây dựng là một giải pháp hiệu quả. Với một số tính chất vượt trội như hình khối, góc cạnh nhiều, thô ráp, độ rỗng lớn, bề mặt rỗ làm các hạt có thể chèn móc vào nhau, ổn định cao nếu được đầm chặt; hàm lượng tạp chất hữu cơ và hạt thoi dẹt thấp, độ mài mòn Los-Angeles, độ nén đập trong xi lanh đều rất tốt, xỉ thép (thải phẩm của quá trình luyện thép) có thể dùng thay thế cho cốt liệu đá dăm. Trên thế giới, xỉ thép đã được nghiên cứu, sử dụng làm cốt liệu để sản xuất bê tông nhựa trong xây dựng đường ô tô ở nhiều nước. Tuy nhiên, xỉ thép ít được dùng làm cốt liệu trong bê tông xi măng. Bởi nhiều nghiên cứu chỉ ra quá trình thủy hóa như trong bê tông xi măng thông thường gây ra sự trương nở thể tích cho bê tông xi măng sử dụng cốt liệu xỉ thép. Ngược lại, theo các kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng trong bê tông geopolyme quá trình phát triển cường độ là quá trình polyme hoá các hợp chất vô cơ, không có phản ứng hóa học gây trương nở thể tích. Do đó, xỉ thép có thể dùng để làm cốt liệu thay thế cho cốt liệu đá dăm và cát truyền thống là hoàn toàn cần thiết.

Để xác định thành phần cấp phối của hỗn hợp bê tông geopolyme tro bay từ xỉ luyện thép giải pháp hữu ích đã lựa chọn phương pháp quy hoạch thực nghiệm dạng thiết kế

quy hoạch thực nghiệm bậc II hỗn hợp tâm xoay - mặt không gian, 3 biến ảnh hưởng nhất (X_1 là nồng độ mol của dung dịch kiềm NaOH; X_2 là tỷ lệ khối lượng dung dịch kiềm kích hoạt/tro bay (AAS/FA); X_3 là tỉ lệ khối lượng dung dịch Na_2SiO_3 và dung dịch NaOH (SS/SH) đến hàm mục tiêu $Y=f(X_1, X_2, X_3)$ là cường độ chịu nén của loại bê tông này. Tiến hành lập kế hoạch thí nghiệm tại các điểm nút. Từ đó phương trình hồi quy thể hiện mối quan hệ giữa X_1, X_2, X_3 và Y như sau:

$$Y = -103,4 - 4,6 X_1 + 198,3 X_2 + 110,77 X_3 + 0,3402 X_1 * X_1 - 261,7 X_2 * X_2 - 20,237 X_3 * X_3 - 0,318 X_1 * X_3 - 21,47 X_2 * X_3$$

$$R_n = -103,4 - 4,6 \text{ NaOH} + 198,3 \frac{\text{AAS}}{\text{FA}} + 110,77 \frac{\text{SS}}{\text{SH}} + 0,3402 (\text{NaOH})^2 - 261,7 \left(\frac{\text{AAS}}{\text{FA}}\right)^2 - 20,237 \left(\frac{\text{SS}}{\text{SH}}\right)^2 - 0,318 \text{ NaOH} \frac{\text{SS}}{\text{SH}} - 21,47 \frac{\text{AAS}}{\text{FA}} \frac{\text{SS}}{\text{SH}}$$

Từ phương trình hồi quy đó, tiến hành tối ưu hóa với mục tiêu là cường độ chịu nén yêu cầu để được giá trị của X_1, X_2, X_3 .

Cường độ chịu nén đặc trưng với xác suất đảm bảo độ tin cậy 99% có thể thiết kế được từ 25 đến 35 MPa ở tuổi 28 ngày chi tiết vật liệu thành phần thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần cấp phối

Thành phần của hỗn hợp GPC	($f_c = 25$ MPa)	($f_c = 30$ MPa)	($f_c = 35$ MPa)
Tro bay (kg)	482,34	491,89	507,29
Cốt liệu lớn (kg) 4,75-19 mm	1670,90	1670,90	1670,90
Cốt liệu nhỏ (kg) 0,15-4,75 mm	716,10	716,10	716,10
Dung dịch NaOH (kg)	57,66	56,49	52,12
Dung dịch Na_2SiO_3 (kg)	172,99	164,62	153,59
Nồng độ dung dịch (NaOH)- X_1	12M	11,97M	12,61M
Tỷ lệ AAS/FA- X_2	0,48	0,45	0,40
Tỷ lệ dung dịch $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ - X_3	3,0	2,91	2,95

Công đoạn 3- Nhào trộn, đổ khuôn tạo hình sản phẩm, bảo dưỡng: công tác nhào trộn, đổ khuôn tạo hình sản phẩm và bảo dưỡng sản phẩm được thực hiện tương tự như đối với bê tông xi măng thông thường.

Trong ba công đoạn trên, mỗi công đoạn có 01 điểm mới:

Công đoạn 1: Sử dụng xỉ thép để thay thế cả cốt liệu thô (đá dăm) và cốt liệu mịn (cát) để chế tạo bê tông geopolyme;

Công đoạn 2: Sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm kết hợp với cơ học thực nghiệm để thiết kế thành phần hỗn hợp và dự báo cường độ của bê tông geopolyme;

Công đoạn 3: Bê tông geopolyme sử dụng cốt liệu xỉ thép chỉ cần bảo dưỡng ở điều kiện thường, không cần bảo dưỡng ở nhiệt độ cao như đối với bê tông geopolyme sử dụng cốt liệu tự nhiên.

Việc sử dụng cốt liệu xỉ thép chế tạo bê tông geopolyme tạo nên liên kết dính bám giữa chất kết dính geopolyme và bề mặt cốt liệu tốt hơn. Sự cải thiện chất lượng liên kết này được nhận biết thông qua kết quả thí nghiệm kính hiển vi điện tử quét (SEM). Nhờ có liên kết tốt này mà cường độ nói riêng và chất lượng nói chung của bê tông geopolyme được cải thiện.

Hình 1c cho thấy một vết nứt nhỏ liên tục tại vùng chuyển tiếp giữa đá xi măng và cốt liệu xỉ thép chính vết nứt vi mô này làm cho vùng chuyển tiếp của đá xi măng và cốt liệu xỉ thép khá xốp và yếu. Vùng chuyển tiếp giữa đá geopolyme và cốt liệu đá basalt không thấy xuất hiện vết nứt vi mô nhưng ranh giới vùng chuyển tiếp khá rõ ràng thể hiện ở (Hình 1b) điều này có thể thấy trên bề mặt cốt liệu đá basalt gần như trơn và không có tương tác hóa học xảy ra với các thành phần của chất kết dính geopolyme. Ngược lại, ở (Hình 1a) thể hiện cấu trúc vùng chuyển tiếp của cốt liệu xỉ thép và đá geopolyme không thấy xuất hiện vết nứt vi mô và không phân biệt được phạm vi và ranh giới của vùng chuyển tiếp. Bề mặt xù xì góc cạnh cùng với độ rỗng cao của xỉ thép góp phần cải thiện liên kết với cấu trúc của chất kết dính geopolyme. Hơn nữa, điều này chứng tỏ đã có sự tương tác hóa học trên bề mặt giữa cốt liệu xỉ thép và thành phần của chất kết dính geopolyme khiến cho liên kết giữa xỉ thép và đá geopolyme trở nên mạnh mẽ và không phân biệt rõ ràng. Điều này có thể giải thích cho bê tông geopolyme tro bay sử dụng toàn bộ cốt liệu xỉ thép có thể đạt cường độ thiết kế ở điều kiện bảo dưỡng phòng thí nghiệm mà không cần tiêu tốn năng lượng để bảo dưỡng nhiệt ở 60°C trong 24h.

Kết quả phân tích SEM tại cùng một mức độ phân giải 100 μ m được thể hiện ở Hình ; Hình cho thấy tại cùng một điều kiện bảo dưỡng các hạt tro bay có dạng hình cầu vẫn chưa phản ứng hết trong cấu trúc của mẫu bê tông geopolyme sử dụng cốt liệu tự nhiên (đá dăm, cát tự nhiên), còn đối với các mẫu bê tông geopolyme tro bay từ xỉ luyện thép thì gần như các hạt tro bay đã bị geopolyme hóa gần như hoàn toàn (Hình). Điều này cho thấy khi sử dụng cốt liệu xỉ thép thay thế cốt liệu lớn và nhỏ (đá dăm, cát), do có thành phần khoáng và hóa học khác biệt, đã làm cho phản ứng geopolyme hóa diễn ra nhanh hơn và thậm chí kích hoạt được cả các hạt tro bay khá trơ.

Hình 4 cho thấy thời gian (bắt đầu; kết thúc) đông kết của các hỗn hợp geopolyme tro bay cốt liệu xỉ thép (GPCS); bê tông tro bay cốt liệu tự nhiên (GPC) và bê tông xi măng truyền thống không sử dụng phụ gia siêu dẻo và làm chậm ninh kết (OPC) lần lượt là (8 tiếng; 15 tiếng), (12 tiếng; 43 tiếng), (4,5 tiếng; 6 tiếng) tính từ lúc bắt đầu trộn ước đến khi cường độ kháng xuyên đạt (3,5 MPa; 27,6 MPa) tương ứng cho (bắt đầu; kết thúc) đông kết.

Như vậy, khi sử dụng cốt liệu xỉ thép thay thế đá dăm và cát vàng trong bê tông geopolyme thời gian đông kết của hỗn hợp bê tông tươi đã giảm và cải thiện đi rõ rệt mà không phải dưỡng hộ nhiệt ở 60°C trong 24 tiếng như bê tông geopolyme tro bay cốt liệu tự nhiên giúp giảm thiểu được chi phí và tiến độ thi công. Tuy nhiên, thời gian ninh kết của GPCS lại lớn hơn đáng kể so với thời gian ninh kết của hỗn hợp OPC không sử dụng phụ gia siêu dẻo làm chậm ninh kết nhưng GPCS vẫn đạt được cường độ thiết kế ở tuổi 28 ngày. Đây có thể là nhược điểm đối với những công trình đòi hỏi tiến độ thi công nhưng cũng có thể là ưu điểm đối với những công trình ở xa trạm trộn phải mất thời gian để di chuyển mà không phải thêm phụ gia chậm ninh kết để duy trì tính công tác phụ cho việc thi công và đầm lèn. Đối với bê tông xi măng thông thường khi sử dụng phụ gia siêu dẻo chậm ninh kết thì theo thời gian ninh kết có thể kéo dài đến hơn 12 tiếng.

Đặc biệt trái ngược với OPC, GPCS khi chế tạo xong thì không cần bảo dưỡng ẩm như bê tông xi măng, một số nghiên cứu chỉ ra rằng nhiệt độ càng cao thì phản ứng geopolyme hóa diễn ra càng nhanh. Thời gian đông kết càng nhanh phù hợp thi công cho các công trình ở các vùng có khí hậu nắng nóng như thi công vào mùa hè và vùng ven biển biên giới hải đảo.

Khi sử dụng cốt liệu xỉ thép trong chế tạo bê tông geopolyme, không những vì cấu trúc và thời gian đông kết của bê tông geopolyme có cải thiện mà còn các tính chất khác như (cường độ kéo khi uốn; độ mài mòn; co ngót; hệ số giãn nở do nhiệt) của bê tông geopolyme cũng tốt hơn rất nhiều so với cốt liệu tự nhiên (đá dăm và cát sông).

Vật liệu chế tạo bê tông geopolyme tro bay cốt liệu xỉ thép

Tro bay

Giải pháp sử dụng tro bay của nhà máy nhiệt điện đã qua xử lý. Tro bay thành phẩm được đóng bao, bọc lớp ni lông để tránh hút ẩm. Mang về bảo quản cho tới ngày được sử dụng. Đây là loại tro tương đương với tro bay nhóm F theo tiêu chuẩn ASTM C618-03.

Dung dịch kiềm kích hoạt

Dung dịch kiềm kích hoạt sử dụng trong nghiên cứu này là hỗn hợp dung dịch NaOH kết hợp với Na_2SiO_3 hoặc K_2SiO_3 để tăng tốc độ polyme hóa từ đó tăng nhanh thời gian hình thành cường độ của mẫu thử.

Dung dịch kiềm kích hoạt phải được chuẩn bị bằng cách hòa tan NaOH dạng vảy khô vào nước theo nồng độ yêu cầu, sau đó trộn dung dịch NaOH và dung dịch Na_2SiO_3 theo tỷ lệ đã định trước. Cả hai quá trình hòa tan và trộn này đều là các phản ứng tỏa nhiệt. Nhiệt độ hỗn hợp vào khoảng 70°C . Do vậy, nên pha chế dung dịch kiềm kích hoạt ít nhất một ngày trước khi trộn vào bê tông để kích hoạt tro bay.

Cốt liệu

Xỉ thép đóng vai trò là cốt liệu, hỗn hợp cốt liệu xỉ thép sử dụng trong nghiên cứu có $D_{\max}$ 19 mm. Xỉ thép được nghiền nhỏ thành các cỡ hạt khác nhau và thu hồi lượng kim loại dư thừa còn trong xỉ thép (mạt kim loại) bằng thiết bị lò quay nam châm điện, sau đó xỉ thép được sấy khô bề mặt để sử dụng thí nghiệm.

Hỗn hợp cốt liệu xỉ thép có $D_{\max}=19\text{mm}$ được sàng phân loại theo các cỡ hạt khác nhau theo ASTM C136 và được phối trộn với nhau thỏa mãn theo tiêu chuẩn ASTM C33. Sau khi phối trộn cốt liệu xỉ thép được chia làm hai loại bao gồm:

- + Loại 1: là loại có kích cỡ hạt từ $4,75 \div 19$ mm đóng vai trò là cốt liệu lớn
- + Loại 2: là loại có kích cỡ hạt từ $0,15 \div 4,75$ mm đóng vai trò là cốt liệu nhỏ

Phương pháp chế tạo mẫu thử bê tông geopolyme tro bay cốt liệu xỉ thép trong phòng thí nghiệm

Nhào trộn hỗn hợp bê tông geopolyme tro bay cốt liệu xỉ thép

Quá trình nhào trộn được thực hiện bằng máy trộn cưỡng bức. Hỗn hợp được nhào trộn theo ASTM C192 với thời gian trộn khô 3 phút và trộn ướt 5 phút.

Chế tạo mẫu và bảo dưỡng

Hỗn hợp bê tông tươi sau khi được nhào trộn tiến hành đo độ sụt của bê tông tươi, và đúc các tổ mẫu thí nghiệm. Hỗn hợp được cho vào khuôn và được đầm chặt, đối với các mẫu hình trụ được đầm chặt trên bàn rung khoảng 1,5 phút dài hơn khoảng 2 lần so với việc chế tạo bê tông xi măng truyền thống. Sau khi các tổ mẫu thí nghiệm được đúc xong, hoàn thiện bề mặt và tiến hành phủ kín giấy bóng trên bề mặt của các mẫu thí nghiệm để tránh sự thoát hơi nước nhanh.

Sau 48 giờ tiến hành tháo khuôn và lưu ở điều kiện phòng thí nghiệm cho đến ngày thí nghiệm. Điều kiện phòng thí nghiệm trong quá trình tiến hành nghiên cứu thực nghiệm có nhiệt độ $t = 22 \pm 4^\circ\text{C}$ và độ ẩm $w = 60 \pm 20\%$.

Hiệu quả của giải pháp hữu ích

Việc sử dụng xỉ thép để chế tạo bê tông geopolyme giúp: 1) tận dụng được chất thải rắn có khối lượng lớn; 2) giảm thiểu khai thác tài nguyên đá, cát; 3) góp phần giảm ô nhiễm môi trường;

Việc sử dụng cốt liệu xỉ thép giúp loại bỏ được yêu cầu dưỡng hộ ở nhiệt độ cao so với bê tông geopolyme sử dụng cốt liệu tự nhiên.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp chế tạo bê tông geopolyme từ xỉ luyện thép bao gồm các bước:

i) chuẩn bị vật liệu bao gồm các thành phần sau: chuẩn bị tro bay nhiệt điện và các phụ gia gồm thủy tinh lỏng (Na_2SiO_3) và hydroxit natri (NaOH), xỉ thép, nước;

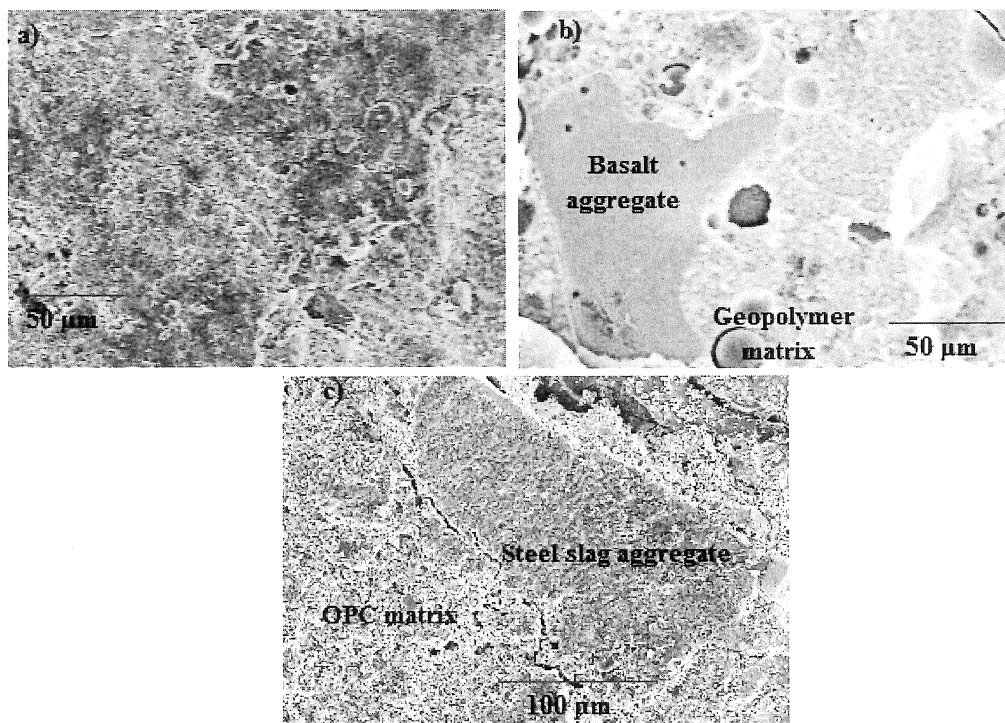
ii) thiết kế thành phần hỗn hợp bê tông geopolyme và dự báo cường độ của bê tông thiết kế: lựa chọn để xác định tỷ lệ thành phần phối trộn giữa tro bay, thủy tinh lỏng, hydroxit natri, nước, xỉ thép để chế tạo 1 m^3 bê tông geopolyme đạt độ dẻo và cường độ mong muốn;

iii) nhào trộn, đổ khuôn tạo hình sản phẩm, và bảo dưỡng bê tông ở điều kiện nhiệt độ môi trường;

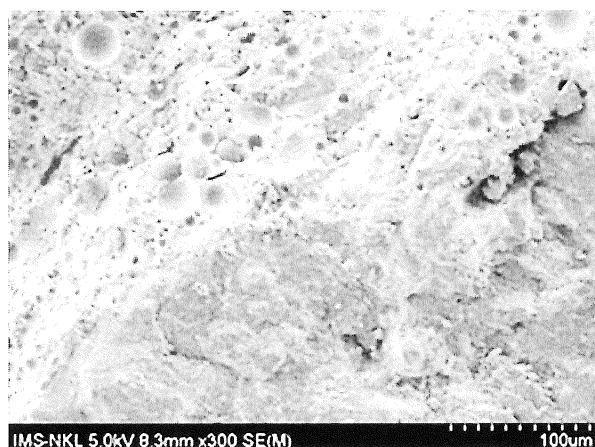
trong đó:

ở các bước i) và ii) xỉ thép được sử dụng để thay thế cả cốt liệu thô (đá dăm) và cốt liệu mịn (cát) để chế tạo bê tông geopolyme; và thành phần cấp phối của bê tông geopolyme được lựa chọn như sau: tro bay với lượng nằm trong khoảng từ 480 đến 510 kg, xỉ thép làm cốt liệu hạt lớn với cỡ hạt từ 4,75 đến 19 mm với lượng nằm trong khoảng 1670 đến 1736 kg, xỉ thép làm cốt liệu hạt nhỏ với cỡ hạt từ 0,15 đến 4,75mm với lượng nằm trong khoảng từ 716 đến 744 kg, dung dịch NaOH với lượng nằm trong khoảng từ 58 đến 52 kg, dung dịch nước thủy tinh Na_2SiO_3 với lượng nằm trong khoảng từ 173 đến 153 kg, và cường độ chịu nén đặc trưng của bê tông này được lựa chọn nằm trong khoảng từ 25MPa đến 35MPa.

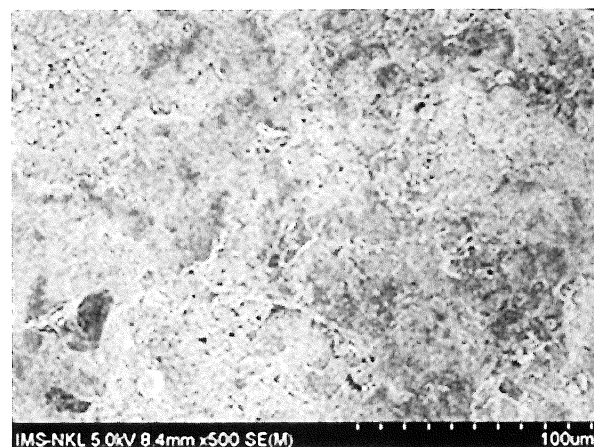
2. Bê tông geopolyme sử dụng hoàn toàn cốt liệu từ xỉ thép thu được bằng phương pháp theo điểm 1, trong đó bê tông geopolyme này có cường độ chịu nén nằm trong khoảng từ 25MPa đến 35MPa.



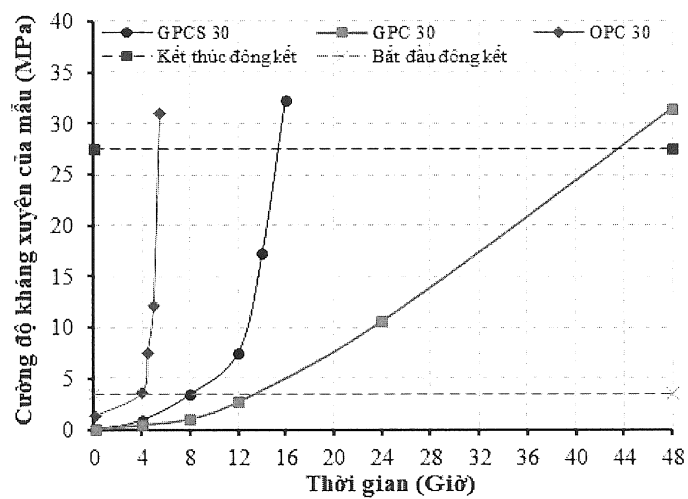
Hình 1. SEM micrographs tại vùng chuyển tiếp giữa (a) chất kết dính geopolime với cốt liệu xi thép; (b) chất kết dính geopolime với đá bazan và (c) giữa chất kết dính xi măng pooc lăng với cốt liệu xi thép



Hình 2. Kết quả SEM của mẫu geopolime cốt liệu tự nhiên



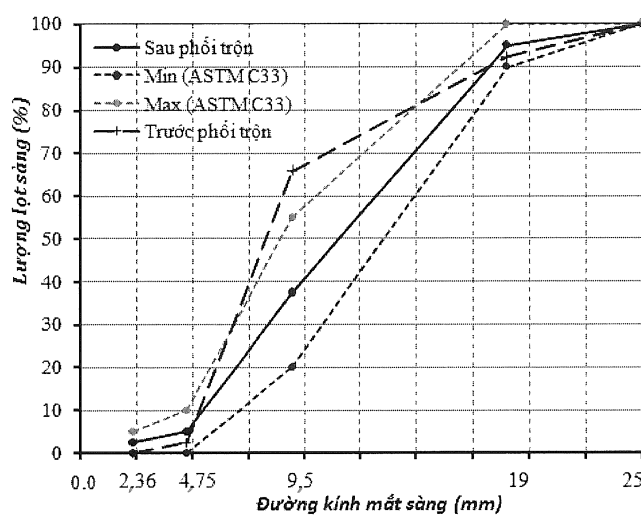
Hình 3. Kết quả SEM của mẫu geopolime từ xỉ luyện thép



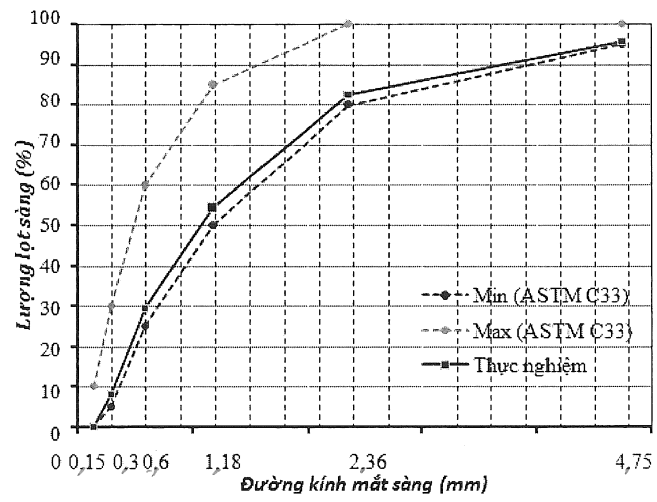
Hình 4. Biểu đồ quan hệ giữa cường độ kháng xuyên theo thời gian



Hình 5. Các cỡ hạt của cốt liệu xi thép



Hình 6. Biểu đồ cấp phối của xi thép cỡ hạt 4,75÷19 mm.



Hình 7. Biểu đồ cấp phối của xỉ thép cỡ hạt 0,15 ÷ 4,75 mm