

CÁC TÍNH CHẤT CỦA VỮA XÂY DỰNG SỬ DỤNG BÃ CÀ PHÊ THAY THẾ MỘT PHẦN CÁT SÔNG TỰ NHIÊN

Lê Thị Thanh Tâm¹, Mai Thị Hồng¹, Lê Sỹ Chính², Nguyễn Văn Lâm³

TÓM TẮT

Nghiên cứu này sử dụng bã cà phê đã qua sử dụng để thay thế một phần cát sông tự nhiên trong sản xuất vữa xây dựng. Các mẫu vữa được thiết kế với độ linh động trong khoảng 155÷185 mm, sử dụng xi măng và bột vôi sống làm chất kết dính. Bã cà phê được bổ sung các hàm lượng lần lượt là 0%, 5%, 10%, 15% và 20% so với khối lượng chất kết dính. Kết quả thực nghiệm cho thấy, khi tăng hàm lượng bã cà phê đã qua sử dụng trong thành phần cấp phối, khối lượng thể tích, cường độ chịu uốn, cường độ chịu nén, vận tốc truyền xung siêu âm và độ truyền nhiệt của các mẫu vữa giảm. Tuy nhiên, các mẫu vữa có chứa bã cà phê vẫn đáp ứng yêu cầu kỹ thuật, với cường độ chịu nén lớn hơn 15 MPa và giá trị vận tốc truyền xung siêu âm lớn hơn 3000 m/s. Nghiên cứu này cho thấy, có thể dùng bã cà phê với hàm lượng tới 20% trong thành phần cấp phối để thay thế một phần cát sông tự nhiên trong sản xuất vữa xây dựng.

Từ khóa: Bã cà phê, cát tự nhiên, vữa xây dựng, cường độ chịu nén.

DOI: <https://doi.org/10.70117/hdujs.79.09.2025.965>

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, với mức tiêu thụ ước đạt 2 tỷ ly cà phê mỗi ngày trên toàn cầu [1], một lượng rất lớn bã cà phê được thải ra hàng ngày, hầu hết chúng được đưa ra các bãi thải và được chôn dưới đất. Quá trình phân hóa bã cà phê thải ra khí mê tan có khả năng gây hiệu ứng nhà kính gấp 21 lần khí cacbonic [2]. Ngoài ra, quá trình phân hủy bã cà phê còn thải ra một số loại khí gây hiệu ứng nhà kính khác như carbon dioxide, nitơ oxit và amoniac [3, 4]. Do vậy, các giải pháp tái chế loại chất thải này thay vì chôn lấp đang được nhiều nhà khoa học quan tâm và phát triển.

Trên thế giới, đã có nhiều nghiên cứu sử dụng bã cà phê trong lĩnh vực xây dựng. Bã cà phê có thể trộn với một số chất kết dính và các vật liệu phế thải khác để làm vật liệu xây dựng nền đường [5]. Do hàm lượng hữu cơ và hàm lượng nước lớn, khả năng nén cao, khối lượng thể tích khô và khả năng chịu tải nhỏ, chất thải hữu cơ này không thể chịu tải trọng giao thông cao nếu không kết hợp với chất kết dính thích hợp. Nghiên cứu cho thấy bã cà phê đã qua sử dụng có thể làm vật liệu đắp không chịu lực trong xây dựng nền đường, quá trình kiểm tra cho thấy hàm lượng các chất gây ô nhiễm đều nằm trong giới hạn cho phép. Tuy nhiên, trước khi được sử dụng làm vật liệu xây dựng, bã cà phê đã qua sử dụng phải được ổn định bằng chất kết dính hóa học để ngăn chặn quá trình phân hủy

¹ Khoa Kỹ thuật, Công nghệ và Truyền thông, Trường Đại học Hồng Đức; Email: lethithanhtam@hdu.edu.vn

² Phòng Tổ chức - Hành chính - Quản trị, Trường Đại học Hồng Đức.

³ Học viên cao học khóa 15 ngành Kỹ thuật xây dựng, Khoa KTCN&TT, Trường Đại học Hồng Đức.

sinh học và cải thiện các đặc tính kỹ thuật. Bã cà phê đã qua sử dụng cũng được đưa vào sản xuất gạch đất sét nung, kết quả cho thấy bã cà phê làm tăng khả năng hấp thụ nước, giảm độ dẫn nhiệt và cường độ nén của gạch [6]. Với tỉ lệ 2% bã cà phê đã qua sử dụng so với trọng lượng đất sét trong thành phần gạch tạo ra độ xốp dạng ô hờ trong gạch, làm giảm tính chất cơ học và cách nhiệt, tuy nhiên với hàm lượng từ 3-5% làm cho gạch có mật độ thấp hơn và độ xốp cao hơn, mang lại khả năng cách điện cao hơn và độ bền cơ học thích hợp. Một nghiên cứu khác đã chỉ ra rằng, hàm lượng bã cà phê tối ưu được xác định là 3%, khi đó cường độ chịu nén của mẫu gạch cao hơn so với cường độ chịu nén của mẫu gạch đất sét đối chứng [7]. Trong nghiên cứu của Roychand và các cộng sự [8], bã cà phê đã qua sử dụng được xử lý bằng phương pháp nhiệt phân ở 350°C và 500°C, sau đó được dùng để thay thế một phần cát mịn trong bê tông ở các tỷ lệ 5%, 10%, 15% và 20% theo thể tích. Kết quả nghiên cứu cho thấy, bã cà phê chưa qua xử lý làm giảm đáng kể cường độ nén của bê tông do các hợp chất hữu cơ cản trở quá trình thủy hóa xi măng, trong khi sản phẩm đã qua xử lý nhiệt phân giúp tăng cường độ nén của bê tông lên đến 30% so với bê tông thông thường, đặc biệt ở tỷ lệ thay thế 15% thể tích cát. Sử dụng 5% bã cà phê đã qua sử dụng để thay thế một phần cát tự nhiên trong thành phần cấp phối của vữa vôi rắn trong nước và vữa gốc geopolimer giúp vữa có hiệu quả cách nhiệt tăng đáng kể đồng thời vẫn đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật cơ bản, theo nghiên cứu của La Scalia và các cộng sự [9]. Nghiên cứu của Na và các cộng sự [10] lại sử dụng than hoạt tính sản xuất từ bã cà phê thải trộn vào vữa xi măng thông thường, kết quả cho thấy ở mức 1,5% than hoạt tính so với khối lượng xi măng cho mẫu vữa có cường độ nén cao nhất. Ngoài ra, trên thế giới bã cà phê còn được đưa vào thạch cao composite (thạch cao tổng hợp) để làm giảm độ dẫn nhiệt và độ khuếch tán nhiệt [11], ứng dụng làm vật liệu hấp thụ âm thanh (tấm tiêu âm) [12], sử dụng làm cốt liệu gốm đất sét nhẹ [13]. Tại Việt Nam, các nghiên cứu sử dụng bã cà phê đã qua sử dụng hầu hết đều thuộc các lĩnh vực nông nghiệp và đời sống, có rất ít các nghiên cứu sử dụng bã cà phê trong lĩnh vực vật liệu xây dựng.

Như đã đề cập trên, mỗi ngày có một lượng lớn bã cà phê được thải ra, ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường, trong khi đó nguồn cát tự nhiên đang ngày càng khan hiếm. Theo ước tính, hàng năm trên toàn thế giới tiêu thụ khoảng 51,7 tỷ tấn cốt liệu dùng trong xây dựng, và mỗi năm nhu cầu tiêu thụ lại tăng thêm khoảng 5,2% [14]. Tại Việt Nam, theo báo cáo của Bộ Xây dựng, hiện nay nhu cầu sử dụng cát đã vượt quá khả năng cung ứng [15]. Để tái sử dụng bã, đồng thời cũng như tìm kiếm loại vật liệu mới có thể làm cốt liệu nhỏ trong sản xuất vật liệu xây dựng, nghiên cứu này sử dụng bã cà phê đã qua sử dụng để thay thế một phần cát sông tự nhiên trong sản xuất vữa xây dựng. Các tính chất cơ lý của vữa xây dựng chứa bã cà phê như khối lượng thể tích, cường độ chịu uốn, cường độ chịu nén, vận tốc truyền xung siêu âm và độ truyền nhiệt được xem xét trong nghiên cứu này.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

2.1. Vật liệu

Thành phần cấu tạo nên vữa bao gồm chất kết dính, cốt liệu nhỏ, nước và phụ gia siêu dẻo. Nghiên cứu này sử dụng xi măng và bột vôi sống làm chất kết dính, trong khi cốt liệu nhỏ bao gồm cát sông tự nhiên và bã cà phê đã qua sử dụng. Xi măng sử dụng trong nghiên cứu là loại Nghi Sơn PCB40 có khối lượng riêng là 3,15 T/m³, bột vôi sống được mua trên

thị trường có khối lượng riêng là $2,21 \text{ T/m}^3$. Cát được mua từ các mỏ cát trên sông Mã, có khối lượng riêng là $2,62 \text{ T/m}^3$, được sàng qua rây sàng để lấy các hạt có kích cỡ từ $0,15 \text{ mm}$ đến $1,25 \text{ mm}$, đáp ứng theo TCVN 4314-2022 [16] cho vữa hoàn thiện. Bã cà phê đã qua sử dụng, có khối lượng riêng $0,9 \text{ T/m}^3$, được thu gom tại các quán cà phê trên địa bàn thành phố Thanh Hóa, mang về rửa sạch để loại bỏ các tạp chất ban đầu rồi ngâm trong dung dịch NaOH 2% trong 2h, sau đó tiếp tục đun sôi cùng dung dịch NaOH 2% ở nhiệt độ $90-100^\circ\text{C}$ trong 2h với mục đích loại bỏ lượng đường, sữa và các tạp chất khác còn lại trong bã cà phê làm ảnh hưởng đến chất lượng của vữa (Hình 1a). Sau khi để nguội, hỗn hợp bã cà phê được đổ qua sàng mắt lưới $0,15 \text{ mm}$ cho ráo nước rồi sử dụng để trộn luôn. Như vậy bã cà phê được sử dụng trong nghiên cứu này ở trạng thái bão hòa nước. Nguyên nhân là bã cà phê có độ rỗng lớn, độ hút nước cao [6,7,11-13], nếu sử dụng ở điều kiện khô sẽ phải bổ sung lượng lớn nước để bù lại lượng nước bị hấp thụ làm thay đổi tỷ lệ nước/chất kết dính. Các loại vật liệu được chuẩn bị sẵn trước khi trộn như Hình 1b. Phụ gia siêu dẻo là loại Sikamen NN có tác dụng giảm nước, có khối lượng riêng là $1,15 \text{ T/m}^3$. Nước máy được dùng để trộn mẫu, trộn cùng phụ gia siêu dẻo trước khi cho vào máy trộn.

2.2. Thiết kế thành phần cấp phối của vữa

Thành phần cấp phối của các mẫu vữa được trình bày trong Bảng 1. Các mẫu vữa trong nghiên cứu được thiết kế với tỷ lệ nước/chất kết dính bằng 0,4. Mẫu đối chứng CP00 được thiết kế với thành phần gồm: xi măng, cát, nước và phụ gia siêu dẻo. Hàm lượng phụ gia siêu dẻo được xác định dựa trên thực nghiệm để độ chảy xèo của mẫu đạt trong khoảng $155 \div 185 \text{ mm}$, đáp ứng theo TCVN 4314-2022 [16]. Các mẫu còn lại chứa bã cà phê có sử dụng thêm vôi bột sùng trong thành phần chất kết dính với hàm lượng là 1% (theo khối lượng) tổng hàm lượng chất kết dính. Lý do cần phải sử dụng vôi bột là để tăng nhanh khả năng ninh kết của vữa. Bột vôi sùng đóng vai trò như một chất kích hoạt hiệu quả giúp tăng tốc các phản ứng thủy hóa ban đầu và nâng cao cường độ bằng cách thúc đẩy sự hình thành các gel C-S-H bổ sung [17,18]. Quá trình thí nghiệm cho thấy, các mẫu sử dụng bã cà phê có thời gian đông rắn lâu, cường độ ban đầu rất thấp, thêm 1% vôi bột có khả năng cải thiện được nhược điểm này. Tiếp theo, sử dụng bã cà phê bằng 5%, 10%, 15% và 20% so với tổng hàm lượng chất kết dính (xi măng và vôi) theo khối lượng để thay thế cát được các mẫu CP05, CP10, CP15 và CP20. Hàm lượng phụ gia siêu dẻo trong các mẫu chứa bã cà phê cũng được điều chỉnh để các mẫu có chung độ linh động từ 155 mm đến 185 mm , đáp ứng theo TCVN 4314-2022 [16]. Sau đó, quy hàm lượng của các vật liệu đầu vào về cho 1 m^3 vữa được thành phần cấp phối trình bày như trong Bảng 1.



(a) Xử lý bã cà phê



(b) Chuẩn bị vật liệu

Hình 1. (a) Xử lý bã cà phê và (b) Chuẩn bị vật liệu

Bảng 1. Thành phần cấp phối của vữa

TT	Tên mẫu	N/CKD	Thành phần cấp phối (kg/m ³)					
			Xi măng	Vôi	Cát	Bã cà phê	Nước	Phụ gia siêu dẻo
1	CP00		671,4	0,0	1432,7	0,0	268,5	6,7
2	CP05		648,2	6,5	1276,7	32,7	261,9	6,5
3	CP10	0,4	633,1	6,4	1215,0	63,9	255,8	6,4
4	CP15		618,6	6,2	1156,0	93,7	250,0	6,2
5	CP20		604,9	6,1	1099,7	122,2	244,4	6,1

2.3. Chuẩn bị mẫu và phương pháp thí nghiệm

Các hỗn hợp vữa được chuẩn bị theo thành phần như Bảng 1, được tính toán khối lượng phù hợp cho 01 mẻ trộn. Ban đầu cho các vật liệu khô vào trộn đều trước, sau đó cho hỗn hợp nước và phụ gia siêu dẻo vào trộn đến khi đạt độ đồng nhất và đạt độ linh động như yêu cầu trên. Các tính chất của vữa được nghiên cứu bao gồm khối lượng đơn vị thể tích, cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn được xác định theo TCVN 3121-2022 [19], vận tốc truyền xung siêu âm được xác định theo ASTM C597 [20], và độ truyền nhiệt được xác định bằng thiết bị chuyên dụng ISOMET 2114. Hình 2a thể hiện thí nghiệm kiểm tra độ chảy xòe của hỗn hợp vữa tươi. Khi độ chảy xòe của các hỗn hợp vữa đạt yêu cầu, tiến hành xác định khối lượng thể tích vữa tươi và rót hỗn hợp vữa vào các khuôn hình trụ kích thước 40×40×160 mm để đúc các mẫu thí nghiệm xác định cường độ chịu uốn và chịu nén của vữa theo TCVN 3121-2022 [19] (Hình 2b). Khối lượng thể tích vữa khô được xác định tại 28 ngày tuổi. Cường độ chịu uốn và độ truyền nhiệt được xác định tại 28 và 56 ngày tuổi, trong khi cường độ chịu nén và vận tốc truyền xung siêu âm được xác định tại 3, 7, 14, 28 và 56 ngày tuổi. Giá trị trình bày trong bài báo là giá trị trung bình của 3 mẫu thử.



(a) Kiểm tra độ chảy xòe



(b) Đúc mẫu thí nghiệm

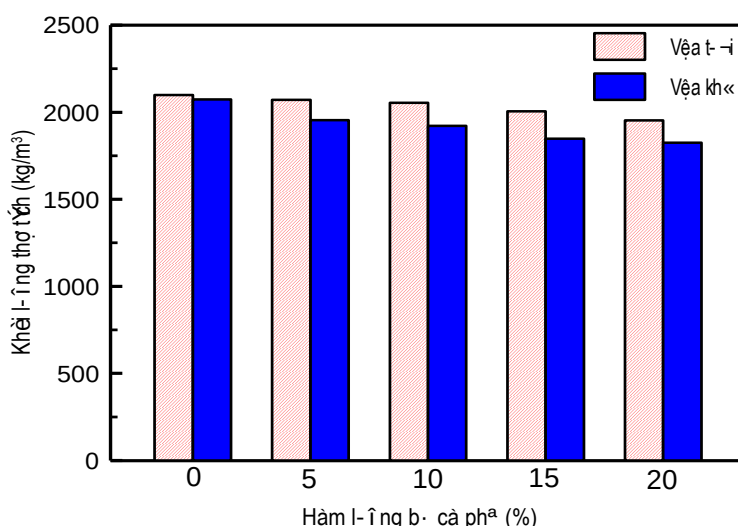
Hình 2. (a) Kiểm tra độ chảy xòe và (b) Đúc mẫu thí nghiệm

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khối lượng thể tích vữa tươi và vữa khô

Khối lượng thể tích vữa tươi và vữa khô được thể hiện trên Hình 3. Khối lượng thể tích vữa tươi được xác định tại thời điểm mới trộn xong hỗn hợp vữa, trong khi khối lượng thể tích vữa khô của các mẫu được xác định ở 28 ngày tuổi. Các mẫu chứa 0%, 5%, 10%, 15% và

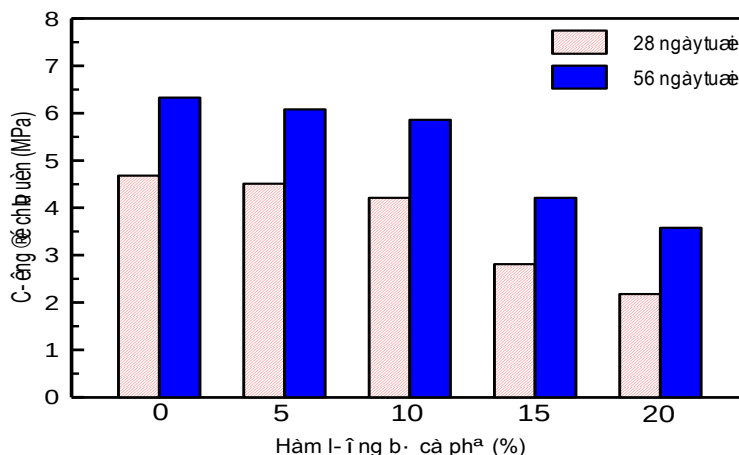
20% bã cà phê đã qua sử dụng có khối lượng thể tích vữa tươi lần lượt là 2099 kg/m³, 2071 kg/m³, 2054 kg/m³, 2006 kg/m³ và 1953 kg/m³. Tương tự, khối lượng thể tích vữa khô của các mẫu này lần lượt là 2073 kg/m³, 1955 kg/m³, 1922 kg/m³, 1848 kg/m³ và 1825 kg/m³. Nhìn chung, khối lượng thể tích vữa khô giảm so với khối lượng thể tích vữa tươi, điều này là do lượng nước thừa không phản ứng hết trong quá trình thủy hóa bay hơi, làm giảm khối lượng của vữa. Mặt khác, khi tăng hàm lượng bã cà phê thay thế cát, khối lượng thể tích vữa tươi và vữa khô đều giảm. Điều này là do khối lượng riêng của bã cà phê đã qua sử dụng (0,9 T/m³) nhỏ hơn so với khối lượng riêng của cát (2,62 T/m³). Hơn nữa, bã cà phê được sử dụng để trộn cấp phối ở trạng thái bão hòa nước, khi hàm lượng bã cà phê trong cấp phối càng lớn thì lượng nước trong cấp phối càng nhiều, khi sấy khô lượng nước này bay hơi làm giảm khối lượng của vữa. Khi sử dụng 5%, 10%, 15% và 20% bã cà phê đã qua sử dụng, khối lượng vữa khô giảm lần lượt là 5,7%, 7,3%, 10,9% và 12% so với mẫu đối chứng. Khối lượng vữa giảm góp phần giảm tải tĩnh tải tác dụng lên công trình, đây là một ưu điểm của việc sử dụng bã cà phê đã qua sử dụng thay thế cát trong thành phần cấp phối của vữa.



Hình 3. Khối lượng thể tích vữa tươi và vữa khô

3.2. Cường độ chịu uốn

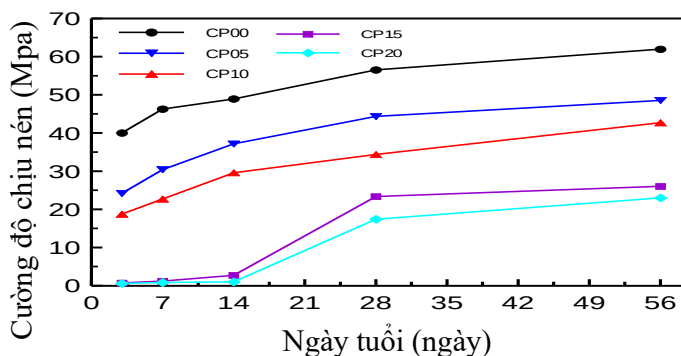
Cường độ chịu uốn tại 28 và 56 ngày tuổi của các mẫu vữa được thể hiện trên Hình 4. Các mẫu vữa có cường độ chịu uốn phát triển theo thời gian, tuy nhiên khi tăng hàm lượng bã cà phê đã qua sử dụng trong thành phần cấp phối, cường độ chịu uốn của các mẫu vữa giảm. Ở 28 ngày tuổi, cường độ chịu uốn của các mẫu CP00, CP05, CP10, CP15 và CP20 tương ứng với hàm lượng bã cà phê đã qua sử dụng là 0%, 5%, 10%, 15% và 20% lần lượt là: 4,7; 4,5; 4,2; 2,8 và 2,2 MPa. Mức giảm cường độ chịu uốn so với mẫu đối chứng CP00 ở 28 ngày tuổi lần lượt là: 3,6%, 10%, 40% và 53,4%. Tại 56 ngày tuổi, cường độ chịu uốn của mẫu đối chứng là 6,3 MPa, trong khi các mẫu khác có cường độ chịu uốn là 6,1 MPa, 5,9 MPa, 4,2 MPa và 3,6 MPa tương ứng với hàm lượng bã cà phê là 5%, 10%, 15% và 20%. Nguyên nhân dẫn đến sự suy giảm cường độ chịu uốn là do bã cà phê có cấu trúc hạt rỗng nên làm gia tăng thể tích rỗng, làm cho các thành phần vật liệu bên trong mẫu kém liên kết bền vững với nhau. Thêm vào đó, có thể còn tồn tại một lượng tạp chất (đường, sữa, ...) trong bã cà phê, các tạp chất này làm chậm phản ứng thủy hóa của xi măng, dẫn đến cường độ chịu uốn của các mẫu vữa chứa bã cà phê giảm.



Hình 4. Cường độ chịu uốn của các mẫu vữa

3.4. Cường độ chịu nén

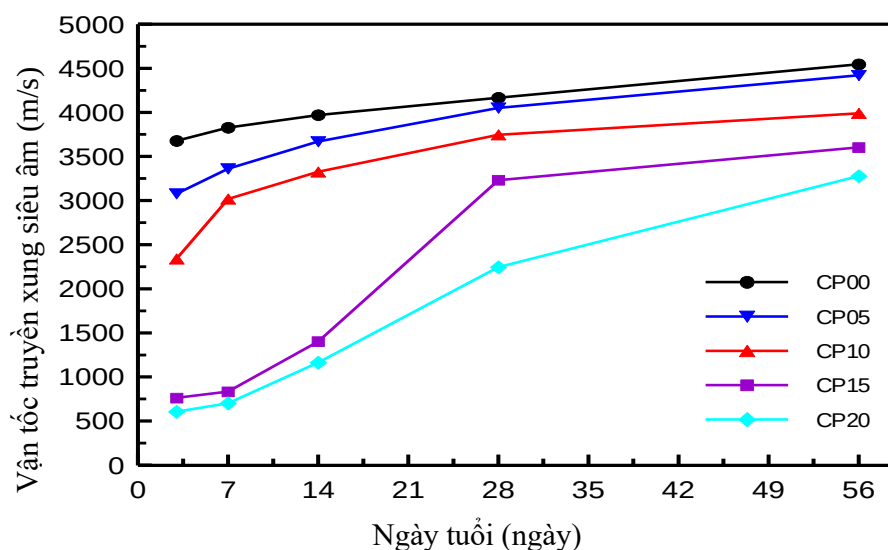
Cường độ chịu nén của các mẫu vữa chứa bã cà phê đã qua sử dụng và mẫu đối chứng được thể hiện trên Hình 5. Kết quả nghiên cứu cho thấy cường độ chịu nén của các mẫu vữa phát triển tăng dần theo thời gian. Mẫu đối chứng CP00 có cường độ chịu nén tăng từ 40 MPa ở 3 ngày tuổi lên 62 MPa ở 56 ngày tuổi. Tương tự, mẫu CP05 có cường độ chịu nén tăng từ 24,2 MPa lên 48,6 MPa, mẫu CP10 có cường độ chịu nén tăng từ 18,8 MPa lên 42,7 MPa ở 56 ngày tuổi, mẫu CP15 có cường độ chịu nén tăng từ 0,7 MPa lên 26 MPa, và mẫu CP20 có cường độ chịu nén cũng tăng từ 0,6 MPa lên 23 MPa. Cường độ chịu nén của các mẫu vữa giảm khi tăng hàm lượng bã cà phê đã qua sử dụng trong thành phần cấp phối và cường độ chịu nén giảm đi đáng kể khi hàm lượng bã cà phê sử dụng là 15% và 20%. Sự giảm cường độ chịu nén này là do bã cà phê có kết cấu xốp rỗng, độ hút nước cao, vì vậy khi tăng hàm lượng bã cà phê trong thành phần cấp phối thì độ đặc chắc của mẫu giảm đáng kể, làm giảm cường độ chịu nén của các mẫu vữa. Tuy nhiên, cường độ của tất cả các mẫu vữa trong nghiên cứu này ở 28 ngày tuổi vẫn đạt trên 15 MPa, đạt mức vữa M15 theo yêu cầu kỹ thuật của vữa xây dựng được quy định trong TCVN 4314-2022 [16]. Mặt khác, hiện tượng các mẫu vữa sử dụng hàm lượng bã cà phê cao (CP15 và CP20) có cường độ chịu nén tại các ngày tuổi ban đầu thấp được quan sát thấy trên Hình 5. Có thể, độ rỗng lớn của các hạt cà phê và lượng tạp chất chưa được tẩy rửa hết ngăn cản các phản ứng thủy hóa của các chất kết dính. Đây cũng chính là lý do vôi bột được thêm vào để tăng độ ninh kết của vữa.



Hình 5. Cường độ chịu nén của các mẫu vữa

3.4. Vận tốc truyền xung siêu âm

Hình 6 thể hiện kết quả xác định giá trị vận tốc truyền xung siêu âm của các mẫu vữa tại 3, 7, 14, 28 và 56 ngày tuổi. Tương tự như cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén, giá trị vận tốc truyền xung siêu âm của các mẫu vữa tăng theo thời gian nhưng giảm khi tăng hàm lượng bã cà phê đã qua sử dụng trong thành phần cấp phối. Giá trị vận tốc truyền xung siêu âm tăng theo thời gian là do các phản ứng thủy hóa tiếp tục diễn ra theo thời gian, làm tăng độ đặc chắc của mẫu vữa. Mặt khác, độ xốp rỗng của bã cà phê là nguyên nhân dẫn đến sự giảm giá trị vận tốc truyền xung siêu âm của các mẫu vữa có sử dụng bã cà phê trong thành phần cấp phối. Tại 56 ngày tuổi, giá trị vận tốc truyền xung siêu âm của mẫu đối chứng là 4545 m/s, trong khi các mẫu sử dụng 5%, 10%, 15% và 20% bã cà phê có giá trị vận tốc truyền xung siêu âm tương ứng là 4420 m/s, 3990 m/s, 3604 m/s và 3279 m/s. Theo phân loại chất lượng vữa của Pacheco-Torgal và các cộng sự [21], các mẫu vữa sử dụng bã cà phê trong nghiên cứu này có giá trị vận tốc truyền xung siêu âm trong khoảng $3000 \div 4500$ m/s được xếp vào loại có chất lượng đảm bảo theo yêu cầu kỹ thuật. Có nghĩa là, nếu dựa vào cường độ chịu nén và giá trị vận tốc truyền xung siêu âm như đã trình bày ở trên, có thể sử dụng bã cà phê đã qua sử dụng với hàm lượng lên tới 20% trong sản xuất vữa xây dựng.

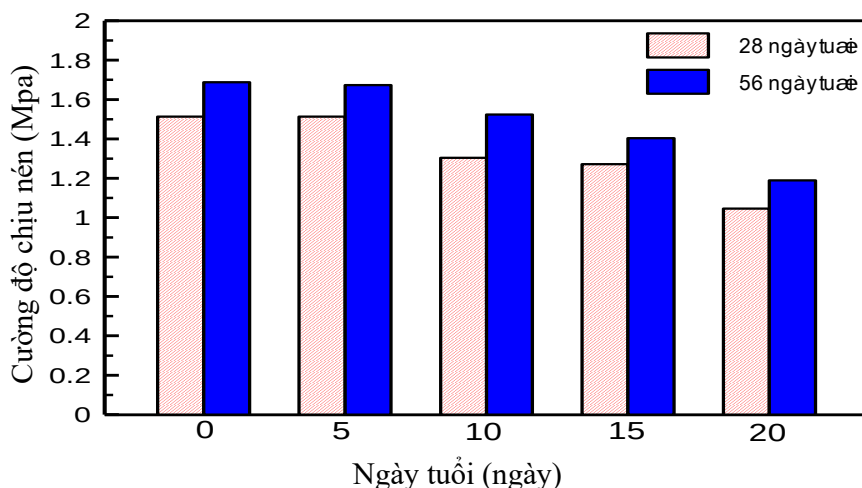


Hình 6. Vận tốc truyền xung siêu âm của các mẫu vữa

3.5. Độ truyền nhiệt

Độ truyền nhiệt của các mẫu vữa tại 28 và 56 ngày tuổi được thể hiện trên Hình 7. Ở 28 ngày tuổi, mẫu đối chứng CP00 có độ truyền nhiệt lớn nhất, đạt 1,513 W/m.K, trong khi mẫu vữa chứa 20% bã cà phê có độ truyền nhiệt nhỏ nhất là 0,957 W/m.K. Đến 56 ngày tuổi, độ truyền nhiệt của các mẫu vữa đều có xu hướng tăng nhẹ so với độ truyền nhiệt của các mẫu ở 28 ngày tuổi, đạt giá trị tương ứng là 1,674; 1,525; 1,404; 1,19 và 1,16 W/m.k tương ứng với các mẫu chứa 0%, 5%, 10%, 15% và 20% bã cà phê đã qua sử dụng.

Ở cùng ngày tuổi, giá trị độ truyền nhiệt giảm dần khi tăng hàm lượng bã cà phê trong thành phần cấp phối. Hiện tượng này là do bã cà phê có độ rỗng lớn như đã được trình bày ở trên, các liên kết trong các mẫu vữa chứa bã cà phê yếu và có độ xốp, vì vậy khi hàm lượng bã cà phê đã qua sử dụng trong mẫu vữa càng lớn thì độ truyền nhiệt của mẫu càng giảm, có nghĩa là khả năng cách nhiệt của các mẫu vữa tăng.



Hình 7. Độ truyền nhiệt của các mẫu vữa

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Nghiên cứu này sử dụng bã cà phê đã qua sử dụng để thay thế cát sông tự nhiên trong sản xuất vữa xây dựng với hàm lượng là 5%, 10%, 15% và 20% trong thành phần cấp phối. Ảnh hưởng của hàm lượng bã cà phê lên một số tính chất cơ lý của vữa như khối lượng thể tích, cường độ chịu uốn, cường độ chịu nén, vận tốc truyền xung siêu âm và độ truyền nhiệt được nghiên cứu. Một số kết luận chính được rút ra như sau:

Sử dụng bã cà phê giúp giảm khối lượng thể tích của vữa, từ đó giảm tải tác dụng lên công trình;

Sử dụng bã cà phê giúp tăng khả năng cách nhiệt của vữa;

Khi tăng hàm lượng bã cà phê, cường độ chịu uốn, cường độ chịu nén và vận tốc truyền xung siêu âm của các mẫu vữa giảm. Tuy nhiên, các mẫu vữa trong nghiên cứu này đều có cường độ chịu nén lớn hơn 15 MPa, thỏa mãn theo yêu cầu kỹ thuật được quy định theo TCVN 4314-2022 [16] và giá trị vận tốc truyền xung siêu âm lớn hơn 3000 m/s, được phân loại là vữa có chất lượng đảm bảo theo yêu cầu kỹ thuật.

4.2. Kiến nghị

Do bã cà phê có độ rỗng lớn, khi sử dụng để thay thế một phần cát sông tự nhiên trong thành phần cấp phối vữa xây dựng sẽ làm giảm chất lượng của vữa. Mặc dù cường độ chịu nén của các mẫu vữa vẫn đảm bảo theo TCVN, tuy nhiên cần thận trọng khi sử dụng cho các công trình xây dựng ở vùng xâm thực, vì khả năng chịu ăn mòn hóa học của vữa xây dựng chứa bã cà phê chưa được nghiên cứu trong bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lim, L.-T.; Zwicker, M.; Wang, X. (2019), *Coffee: One of the Most Consumed Beverages in the World*, In Comprehensive Biotechnology, 3rd ed.; Moo-Young, M., Ed.; Pergamon: Oxford, UK, pp. 275-285.
- [2] Arulrajah, A., Kua, T. A., Phetchuay, C., Horpibulsuk, S., Mahghoolpilehrood, F., Disfani, M. M. (2016), *Spent coffee grounds-fly ash geopolymer used as an embankment structural fill material*, J. Mater. Civ. Eng., 28 (5).
- [3] Filonchyk, M., Peterson, M. P., Zhang, L., Hurynovich, V., & He, Y. (2024), *Greenhouse gases emissions and global climate change: Examining the influence of CO₂, CH₄, and N₂O*, Science of The Total Environment, vol.935, 173359.
- [4] Santos, C., Goufo, P., Fonseca, J., Pereira, J. L., Ferreira, L., Coutinho, J., Trindade, H. (2018), *Effect of lignocellulosic and phenolic compounds on ammonia, nitric oxide and greenhouse gas emissions during composting*, J. Clean. Prod., 171, pp. 548-556.
- [5] Arulrajah, A., Maghoolpilehrood, F., Disfani, M. M., & Horpibulsuk, S. (2014), *Spent coffee grounds as a non-structural embankment fill material: engineering and environmental considerations*, Journal of cleaner production, 72, pp.181-186.
- [6] Eliche-Quesada, D., Martinez-Garcia, C., Martinez-Cartas, M.L, Cotes-Palomino, M.T., Pérez-Villarejo, L., Cruz- Pérez, N., Corpas-Iglesias, F.A. (2011), *The use of different forms of waste in the manufacture of ceramic bricks*, Appl Clay Sci, 52(3), pp.270-276.
- [7] Eliche-Quesada, D., Pérez-Villarejo, L., Iglesias-Godino, E.J., Martinez-Garcia, C., Corpas-Iglesias, F.A. (2011), *Incorporation of coffee grounds into clay brick production*, Advances in Applied Ceramics, 4, pp.225-232.
- [8] Roychand, R., Kilmartin-Lynch, S., Saberian, M., Li, J., Zhang, G., & Li, C. Q. (2023), *Transforming spent coffee grounds into a valuable resource for the enhancement of concrete strength*, Journal of cleaner production, 419, 138205.
- [9] La Scalia, G., Saeli, M., Miglietta, P. P., & Micale, R. (2021), *Coffee biowaste valorization within circular economy: an evaluation method of spent coffee grounds potentials for mortar production*, The International Journal of Life Cycle Assessment, 26, pp.1805-1815.
- [10] Na, S., Lee, S., & Youn, S. (2021), *Experiment on activated carbon manufactured from waste coffee grounds on the compressive strength of cement mortars*, Symmetry, 13(4), 619.
- [11] Lacheb A., Allouhi A., El Marhoune M., Saadani R., Kousksou T., Jamil A., Rahmoune M., Oussouaddi O. (2019), *Thermal insulation improvement in construction materials by adding spent coffee grounds: An experimental and simulation study*, Journal of Cleaner Production, 209, pp.1411-1419.
- [12] Yun, B. Y., Cho, H. M., Kim, Y. U., Lee, S. C., Berardi, U., Kim, S. (2020), *Circular reutilization of coffee waste for sound absorbing panels: A perspective on material recycling*, Environmental Research, 184.
- [13] Andreola F., Borghi A., Pedrazzi S., Allesina G., Tartarini P., Lancellotti I., Barbieri, L. (2019), *Spent coffee grounds in the production of lightweight clay ceramic aggregates in view of urban and agricultural sustainable development*, Materials, 12 (21).
- [14] Green, J. (2020), *World demand for construction aggregates to reach 51.7 billion ton*, World cement. Accessed, 22.

- [15] Huynh, T. P., Ngo, S. H. (2022), *Waste incineration bottom ash as a fine aggregate in mortar: An assessment of engineering properties, durability, and microstructure*, Journal of Building Engineering, 52, 104446.
- [16] TCVN 4314:2022 (2022), *Vữa xây dựng - Yêu cầu kỹ thuật*, Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [17] Antiohos, S., Tsimas, S. (2004), *Activation of fly ash cementitious systems in the presence of quicklime: Part I. Compressive strength and pozzolanic reaction rate*, Cement and Concrete Research, 34(5), pp.769-779.
- [18] Antiohos, S. K., Papageorgiou, A., Papadakis, V. G., & Tsimas, S. (2008), *Influence of quicklime addition on the mechanical properties and hydration degree of blended cements containing different fly ashes*, Construction and Building Materials, 22(6), pp.1191-1200.
- [19] TCVN 3121:2022 (2022), *Vữa xây dựng - Phương pháp thử*, Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [20] ASTM C597 (2016), *Standard test method for pulse velocity through concrete*, ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.
- [21] Pacheco-Torgal, F., Khatib, J., Colangelo, F., & Tuladhar, R. (Eds.) (2018), *Use of recycled plastics in eco-efficient concrete*, Woodhead Publishing.

PROPERTIES OF MORTARS USING SPENT COFFEE GROUNDS TO REPLACE A PART OF NATURAL RIVER SAND

Le Thi Thanh Tam

ABSTRACT

This study investigates the use of spent coffee grounds to replace a part of natural river sand in producing mortars. All mortar mixtures were designed with spread diameters from 155 mm to 185 mm, using cement and lime powder as binder materials, and using spent coffee grounds with sand replacement levels of 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% in comparison with binder materials. Test results indicated that unit weight, flexural strength, compressive strength, ultrasonic pulse velocity, and thermal conductivity of mortars decreased with increasing amount of spent coffee grounds. However, all spent coffee grounds mortars had a satisfactory quality with compressive strength of above 15 MPa, and ultrasonic pulse velocity of higher than 3000 m/s. This study also indicated that it is possible to use spent coffee grounds to replace natural sand with 20% in comparison with binder materials in producing mortars.

Keywords: Spent coffee grounds, natural sand, mortar, compressive strength.

* Ngày nộp bài: 14/6/2025; Ngày gửi phản biện: 16/6/2025; Ngày duyệt đăng: 25/9/2025

* Bài báo là kết quả nghiên cứu từ đề tài NCKH cấp sơ sở (mã số ĐT-2024-18) của Trường Đại học Hồng Đức.

* Lời cảm ơn: Xin trân trọng cảm ơn các đồng nghiệp trong bộ môn Kỹ thuật công trình - Khoa Kỹ thuật Công nghệ và Truyền thông, Trường Đại học Hồng Đức và các học viên cao học đã hỗ trợ trong suốt quá trình thí nghiệm.