

# ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG XỈ ĐÁY LÒ ĐỐT RÁC THAY THẾ CÁT LÊN MỘT SỐ TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VỮA XÂY DỰNG

Nguyễn Thị Thanh<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Dũng<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Mùi<sup>1</sup>, Trần Ngọc Khoa<sup>2</sup>

## TÓM TẮT

*Nghiên cứu này sử dụng xỉ đáy của lò đốt rác thay thế cát tự nhiên trong sản xuất vữa xây dựng. Các mẫu vữa được thiết kế với độ linh động trong khoảng 175÷205 mm, sử dụng xỉ măng, tro bay, silica fume làm chất kết dính, và sử dụng xỉ đáy để thay thế lần lượt 0%, 25%, 50%, 75% và 100% cát tự nhiên theo khối lượng. Kết quả thực nghiệm cho thấy, khối lượng thể tích, cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn và vận tốc truyền xung siêu âm của các mẫu vữa giảm trong khi độ hút nước tăng khi tăng hàm lượng xỉ đáy. Các mẫu vữa sử dụng xỉ đáy đều đạt chất lượng theo yêu cầu kỹ thuật với cường độ chịu nén lớn hơn 30 MPa và giá trị vận tốc truyền xung siêu âm lớn hơn 3000 m/s. Nghiên cứu này cho thấy, với sự có mặt của silica fume trong tỷ lệ trộn vữa, có thể sử dụng xỉ đáy lò đốt rác để thay thế 100% cát tự nhiên trong sản xuất vữa xây dựng.*

**Từ khóa:** Xỉ đáy lò đốt rác, cát tự nhiên, silica fume, vữa xây dựng, cường độ chịu nén.

**DOI:** <https://doi.org/10.70117/hdujs.74.03.2025.681>

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong xã hội ngày càng phát triển, tốc độ đô thị hóa cũng ngày càng tăng, xử lý rác thải đô thị cũng đang là một vấn đề hết sức cấp thiết. Theo thống kê của Ngân hàng thế giới, lượng rác thải sinh hoạt tại các đô thị trên toàn cầu năm 2016 khoảng 2 tỷ tấn, và dự báo đến năm 2050 tăng lên khoảng 3,4 tỷ tấn [1]. Tại Việt Nam, mỗi ngày có khoảng 64.000 tấn chất thải rắn sinh hoạt được thải ra tại các thành phố lớn [2]. Hiện tại các chất thải rắn này chủ yếu được chôn lấp tại các bãi chứa rác thải hoặc được xử lý trong các lò đốt rác. Tỷ lệ rác thải sinh hoạt được xử lý trong các lò đốt rác trên toàn cầu đạt khoảng 34% [3], chủ yếu ở các nước phát triển, ở Việt Nam tỷ lệ này đạt khoảng 29% [2]. Có nghĩa là vẫn còn một lượng rất lớn rác thải sinh hoạt được lưu giữ tại các bãi chứa rác thải. Thậm chí ở một số quốc gia phát triển như Mỹ, Hy Lạp, Anh, Phần Lan, Úc, Hàn Quốc, Ba Lan và Đài Loan, tỷ lệ rác thải sinh hoạt được chôn lấp tại các bãi rác vẫn chiếm tỷ lệ lớn, khoảng 52÷95% [4,5], tỷ lệ này ở Việt Nam khoảng 71% [2]. Với việc đô thị hóa ngày càng tăng, lượng rác thải sinh hoạt cũng không ngừng tăng lên theo thời gian, nguy cơ các bãi chứa rác thải quá tải đang rất hiện hữu. Hơn nữa, việc lưu trữ rác thải sinh hoạt tại các bãi chứa tiềm ẩn nhiều nguy cơ gây ô nhiễm môi trường khi các chất thải hữu cơ phân hủy có thể tạo nên các khí ga gây hiệu ứng nhà kính, làm ô nhiễm nguồn nước cũng như ô nhiễm môi trường đất [6]. Trong khi đó, phương pháp xử lý rác thải sinh hoạt bằng lò đốt rác có thể làm giảm đến 90% thể tích rác thải. Chính vì vậy, hiện nay phương pháp này đang được nhiều nước quan tâm và phát triển, nhằm xử lý một lượng lớn rác thải sinh hoạt được thải ra hàng ngày.

<sup>1</sup> Khoa Kỹ thuật, Công nghệ và Truyền thông, Trường Đại học Hồng Đức; Email: [nguyenthithanh@hdu.edu.vn](mailto:nguyenthithanh@hdu.edu.vn)

<sup>2</sup> Sinh viên lớp K14 ĐH KTXD, Khoa Kỹ thuật, Công nghệ và Truyền thông, Trường Đại học Hồng Đức

Một khía cạnh khác của tốc độ đô thị hóa là nhu cầu sử dụng các vật liệu xây dựng ngày càng tăng phục vụ cho quá trình xây dựng các cơ sở hạ tầng. Trong đó, cát được biết đến là vật liệu truyền thống sử dụng làm cốt liệu nhỏ trong sản xuất vữa và bê tông, cũng như có thể sử dụng để san lấp nền. 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% [7]. Tại Việt Nam, theo báo cáo của Bộ Xây dựng, hiện nay nhu cầu sử dụng cát đã vượt quá khả năng cung ứng [2], vì vậy hiện tượng khai thác cát trái phép diễn ra phức tạp. Sự khai thác quá mức cát tự nhiên dẫn đến hiện tượng xói lở bờ sông, làm ô nhiễm môi trường nước cũng như ảnh hưởng đến môi trường của các loài thủy sinh [8]. Do vậy, việc tìm kiếm loại vật liệu khác có tiềm năng thay thế một phần hoặc toàn bộ cát tự nhiên là rất cấp thiết.

Quá trình đốt rác thải sinh hoạt tại các lò đốt rác tạo ra tro bay (khoảng 20% tổng khối lượng tro xỉ) và xỉ đáy (khoảng 80% tổng khối lượng tro xỉ), trong khi hàm lượng các chất độc hại (chủ yếu là kim loại nặng) tồn tại trong tro bay khá cao thì hàm lượng này trong xỉ đáy được cho là dưới ngưỡng an toàn [9,10]. Một số nghiên cứu trước đã cho rằng, xỉ đáy lò đốt rác có các tính chất vật lý và thành phần hóa học tương tự như cát tự nhiên, do vậy chúng hoàn toàn có thể sử dụng được trong bê tông cũng như vữa xây dựng [11,12]. Tuy nhiên, chất lượng của xỉ đáy của các lò đốt rác là khác nhau, phụ thuộc nhiều vào nguồn rác thải đầu vào cũng như công nghệ đốt, dẫn đến ảnh hưởng của chúng lên các tính chất kỹ thuật của bê tông và vữa cũng khác nhau. Hơn nữa, các nghiên cứu về tái sử dụng xỉ đáy lò đốt rác trong sản xuất vật liệu xây dựng ở Việt Nam còn hạn chế. Hiện tại có nghiên cứu cũng đã đề cập đến vấn đề sử dụng "Tro đáy lò đốt rác làm cốt liệu mịn trong sản xuất vữa xây dựng tuy nhiên mới chỉ dừng lại ở việc: Đánh giá độ bền và cấu trúc vi mô" của các mẫu vữa [2]. Ở nghiên cứu này nhóm tác giả cũng nghiên cứu về việc sử dụng xỉ đáy của lò đốt rác thay thế cát tự nhiên trong sản xuất vữa xây dựng nhưng sẽ đánh giá đầy đủ hơn thông số kỹ thuật của các mẫu vữa xây dựng, bao gồm: khối lượng thể tích vữa tươi, khối lượng thể tích vữa khô, độ hút nước, cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn, vận tốc truyền xung siêu âm.

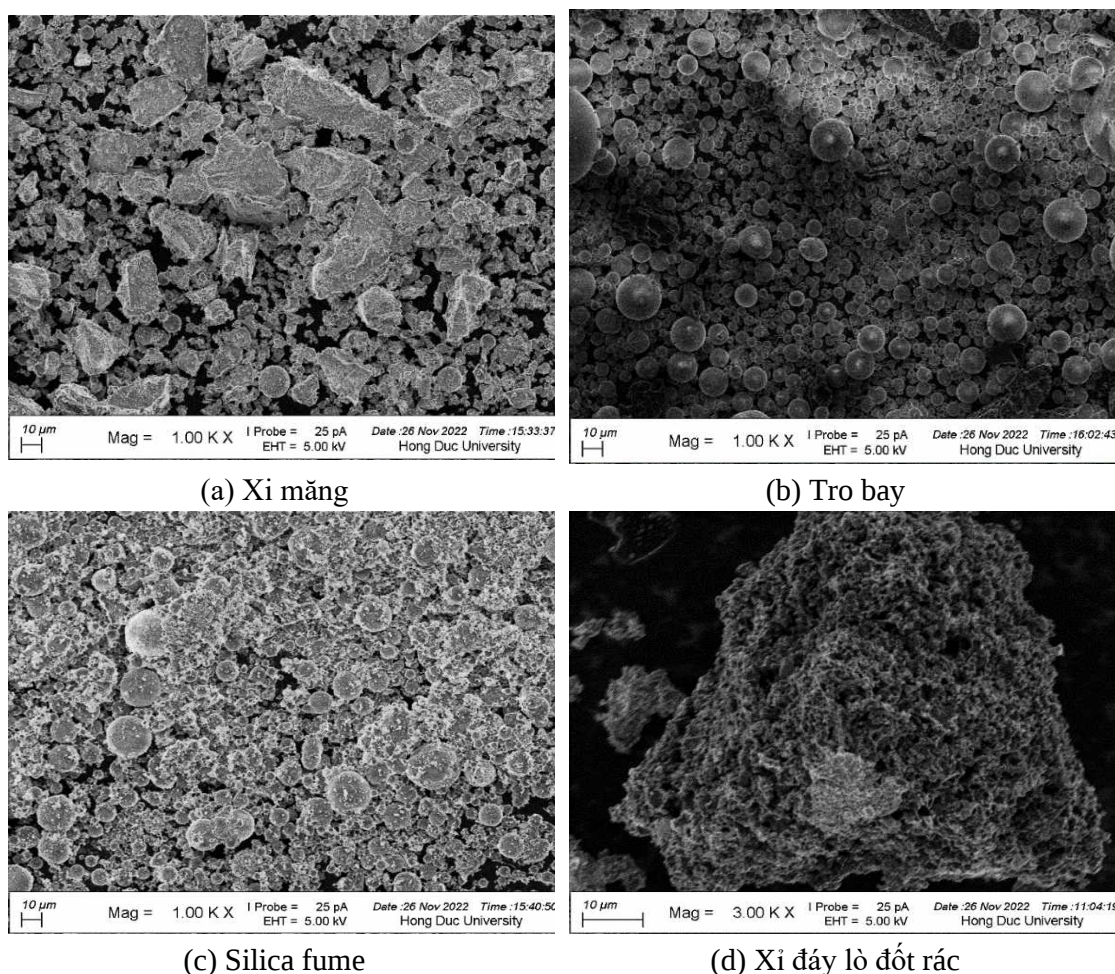
Để tái sử dụng xỉ đáy lò đốt rác cũng như tìm kiếm loại vật liệu mới có thể làm cốt liệu nhỏ trong sản xuất vật liệu xây dựng, nghiên cứu này sử dụng xỉ đáy của lò đốt rác để thay thế một phần hoặc toàn bộ cát tự nhiên trong sản xuất vữa xây dựng. Ảnh hưởng của hàm lượng xỉ đáy lò đốt rác lên một số tính chất cơ lý của vữa như khối lượng thể tích, cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn, vận tốc truyền xung siêu âm và độ hút nước được nghiên cứu.

## 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, tro bay và silica fume làm chất kết dính, cát sông tự nhiên và xỉ đáy lò đốt rác làm cốt liệu nhỏ. Xi măng sử dụng là loại Nghi Sơn PCB40, có khối lượng riêng là  $3,12 \text{ T/m}^3$ , hình ảnh vi cấu trúc của xi măng được thể hiện trên hình 1(a). Tro bay được lấy tại Nhà máy Nhiệt điện Nghi Sơn 1 có khối lượng riêng là  $2,16 \text{ T/m}^3$ , trong khi silica fume được cung cấp bởi Công ty Cổ phần IPRO có khối lượng riêng là  $2,2 \text{ T/m}^3$ . Hình ảnh vi cấu trúc của tro bay và silica fume được thể hiện lần lượt trên hình 1(b) và 1(c). Quan sát trên hình 1 ta thấy, tro bay và silica fume có nhiều hạt nhỏ hình cầu, trong khi các hạt xi măng có hình dạng góc cạnh không đồng đều. Cát được mua từ các mỏ cát trên sông Mã, có

khối lượng riêng là  $2,62 \text{ T/m}^3$ , trong khi xỉ đáy lò đốt rác được lấy tại lò đốt rác trên địa bàn tỉnh Thanh Hóa có khối lượng riêng là  $1,86 \text{ T/m}^3$ . Độ hút nước của cát và xỉ đáy lần lượt là 0,42% và 12%. Hình ảnh vi cấu trúc của xỉ đáy được thể hiện trên hình 1(d). Có thể thấy rằng, xỉ đáy có cấu trúc xốp và rỗng như tổ ong, là nguyên nhân chính dẫn đến khối lượng riêng thấp và độ hút nước cao so với cát sông tự nhiên. Điều này sẽ làm giảm chất lượng của vữa khi sử dụng xỉ đáy thay thế cát, do vậy silica fume và tro bay vốn có nhiều hạt mịn được sử dụng để giúp điền đầy các lỗ rỗng này, nhằm cải thiện chất lượng của vữa. Cát và xỉ đáy đều được sàng qua rây sàng để lấy các hạt có kích cỡ từ 0,15 mm đến 1,25 mm, đáp ứng theo TCVN 4314-2022 [13] cho vữa hoàn thiện. Phụ gia siêu dẻo là loại Sikamen NN có tác dụng giảm nước, có khối lượng riêng là  $1,15 \text{ T/m}^3$ , trong khi nước máy được sử dụng trong quá trình trộn mẫu. Nước và phụ gia siêu dẻo được trộn đều trước khi cho vào trộn.



**Hình 1. Hình ảnh vi cấu trúc của xi măng, tro bay, silica fume và xỉ đáy lò đốt rác**

## 2.2. Thiết kế thành phần cấp phối của vữa

Thành phần cấp phối của các mẫu vữa được trình bày trong bảng 1. Mẫu đối chứng IBA00 được thiết kế với tỷ lệ nước/chất kết dính bằng 0,21, hàm lượng cát sử dụng bằng tổng hàm lượng các chất kết dính, trong khi các chất kết dính bao gồm 70% xi măng, 15% silica fume và

15% tro bay. Hàm lượng phụ gia siêu dẻo được xác định dựa trên thực nghiệm để độ chảy xòe của mẫu đạt trong khoảng 175÷205 mm, đáp ứng theo TCVN 4314-2022 [13]. Tiếp theo, sử dụng xỉ đáy lò đốt rác thay thế lần lượt 25%, 50%, 75% và 100% cát tự nhiên để được các mẫu IBA25, IBA50, IBA75 và IBA100. Chú ý rằng, xỉ đáy sau khi lấy về được phơi khô, sau đó sàng để lấy các hạt có kích thước 0,15÷1,25 mm, do vậy khi sử dụng cần phải tăng thêm lượng nước để bù lại lượng nước bị hấp thụ do độ hút nước của xỉ đáy cao. Cũng có thể bù lại lượng nước này bằng cách ngâm xỉ đáy trong nước đến độ bão hòa nước rồi đem đi sử dụng [2]. Hàm lượng phụ gia siêu dẻo cũng được điều chỉnh để các mẫu có chung độ linh động từ 175 mm đến 205 mm, đáp ứng theo TCVN 4314-2022 [13]. Sau đó, quy hàm lượng của các vật liệu đầu vào về cho 1 m<sup>3</sup> vữa được thành phần cấp phối như trình bày trong bảng 1.

**Bảng 1. Thành phần cấp phối của vữa**

| TT | Tên mẫu | Thành phần cấp phối (kg/m <sup>3</sup> ) |             |         |      |        |      | Phụ gia siêu dẻo |
|----|---------|------------------------------------------|-------------|---------|------|--------|------|------------------|
|    |         | Xi măng                                  | Silica fume | Tro bay | Cát  | Xi đáy | Nước |                  |
| 1  | IBA00   | 717                                      | 154         | 154     | 1024 | 0      | 213  | 29,4             |
| 2  | IBA25   | 677                                      | 145         | 145     | 725  | 242    | 217  | 30,3             |
| 3  | IBA50   | 636                                      | 136         | 136     | 454  | 454    | 226  | 31,6             |
| 4  | IBA75   | 595                                      | 127         | 127     | 212  | 637    | 241  | 32,4             |
| 5  | IBA100  | 562                                      | 121         | 121     | 0    | 803    | 249  | 32,6             |

### 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. Sau khi kiểm tra độ linh động đạt thì tiến hành xác định khối lượng thể tích vữa tươi, đồng thời sử dụng các khuôn thép và khuôn nhựa khác nhau để đúc các mẫu phù hợp với phương pháp thí nghiệm. 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 [14], độ hút nước được xác định theo TCVN 3121-2003 [15] và vận tốc truyền xung siêu âm được xác định theo ASTM C597 [16]. Lưu ý rằng, tại thời điểm lên kế hoạch thí nghiệm, TCVN 3121-2022 [14] chưa được ban hành, do vậy các thí nghiệm được thực hiện dựa trên TCVN 3121-2003 [15], cơ bản TCVN 3121 phiên bản năm 2003 và 2022 giống nhau, chỉ khác về phương pháp xác định độ hút nước. Hình 2 minh họa các mẫu kích thước 40×40×160 mm để xác định cường độ chịu uốn và chịu nén của vữa theo TCVN 3121-2022 [14]. Khối lượng thể tích vữa tươi được xác định ngay sau khi trộn mẫu, khối lượng thể tích vữa khô và độ hút nước được xác định tại 28 ngày tuổi. Cường độ chịu uốn và vận tốc truyền xung siêu âm được xác định tại 14 và 28 ngày tuổi, trong khi cường độ chịu nén được xác định tại 3, 7, 14 và 28 ngày tuổi. Giá trị trình bày trong bài báo là giá trị trung bình của 3 mẫu thử.

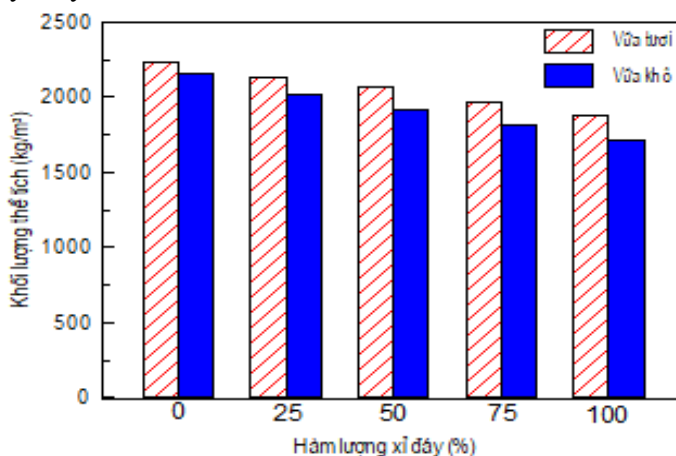


Hình 2. Hình ảnh các mẫu vữa sau khi tháo khuôn

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Khối lượng thể tích

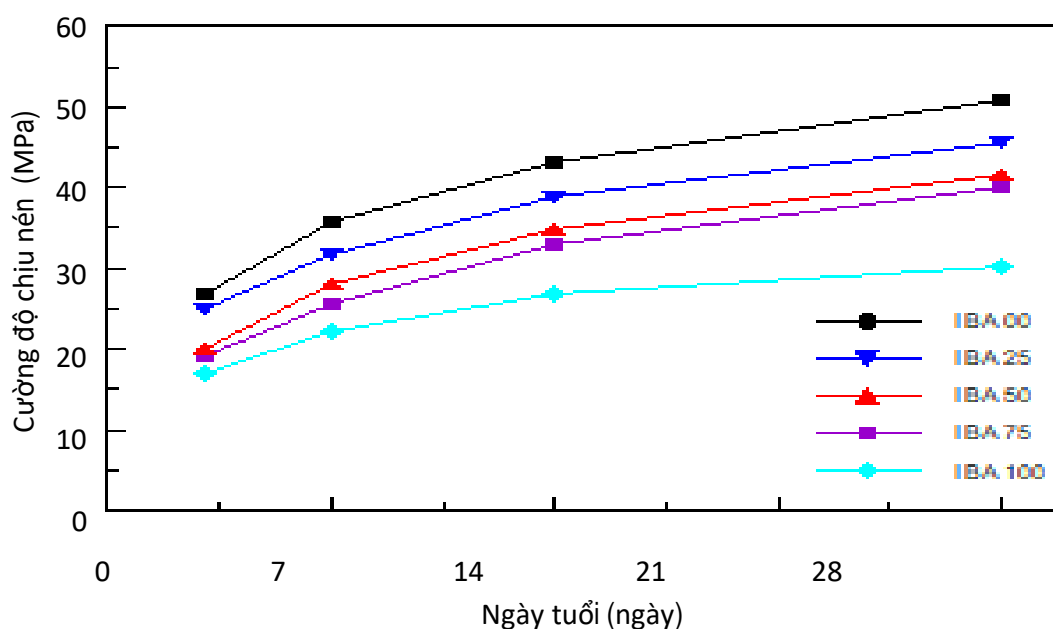
Khối lượng thể tích vữa tươi và vữa khô được thể hiện trên Hình 3. Khối lượng thể tích vữa tươi của các mẫu chứa 0%, 25%, 50%, 75% và 100% xỉ đáy lần lượt là  $2230 \text{ kg/m}^3$ ,  $2130 \text{ kg/m}^3$ ,  $2065 \text{ kg/m}^3$ ,  $1963 \text{ kg/m}^3$  và  $1879 \text{ kg/m}^3$ . Tương tự, khối lượng thể tích vữa khô của các mẫu này lần lượt là  $2161 \text{ kg/m}^3$ ,  $2013 \text{ kg/m}^3$ ,  $1911 \text{ kg/m}^3$ ,  $1821 \text{ kg/m}^3$  và  $1717 \text{ kg/m}^3$ . 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 xỉ đáy thay thế cát, khối lượng thể tích vữa tươi và vữa khô đều giảm. Điều này là do khối lượng riêng của xỉ đáy ( $1,86 \text{ T/m}^3$ ) nhỏ hơn so với khối lượng riêng của cát ( $2,62 \text{ T/m}^3$ ). Hơn nữa, xỉ đáy có độ hút nước cao (12% so với 0,42% của cát), khi đúc mẫu phải thêm nước để đạt được độ linh động theo yêu cầu, lượng nước này được lưu giữ trong các lỗ rỗng của xỉ đáy, khi sấy khô lượng nước này bay hơi làm giảm khối lượng của vữa. Khi thay thế 25%, 50%, 75% và 100% cát bởi xỉ đáy, khối lượng vữa khô giảm lần lượt là 6,8%, 11,6%, 15,8% và 20,6% so với mẫu đối chứng. Khối lượng vữa giảm góp phần giảm tải trọng tác dụng lên công trình, đây là một ưu điểm của việc sử dụng xỉ đáy thay thế cát.



Hình 3. Khối lượng thể tích

### 3.2. Cường độ chịu nén

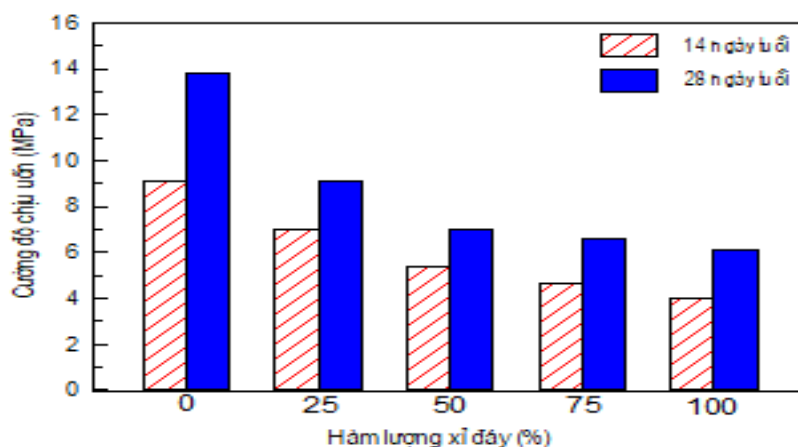
Cường độ chịu nén của các mẫu vữa sử dụng xỉ đáy lò đốt rác và mẫu đối chứng được thể hiện trên hình 4. Mẫu đối chứng có cường độ tại 28 ngày tuổi đạt 50,8 MPa, trong khi các mẫu khác có cường độ lần lượt là 45,8 MPa, 41,6 MPa, 40 MPa và 30,1 MPa tương ứng với hàm lượng xỉ đáy lò đốt rác 25%, 50%, 75% và 100%. Có nghĩa là, khi sử dụng xỉ đáy lò đốt rác thay thế cát tự nhiên với các hàm lượng như trên, cường độ chịu nén giảm lần lượt là 10%, 18,1%, 21,1% và 40,8%. Sự giảm cường độ chịu nén này do hai nguyên nhân sau: 1) các hạt xỉ đáy vốn xộp và nhiều lỗ rỗng, làm giảm tính đặc chắc của vữa, 2) với độ hút nước cao, lượng nước cần thêm vào lớn để vữa đạt độ linh động, do vậy tỷ lệ nước/chất kết dính của các mẫu có xỉ đáy cao hơn mẫu đối chứng (bảng 1). Tuy nhiên, cường độ của các mẫu vữa trong nghiên cứu này vẫn đạt trên 30 MPa, thỏa mãn theo yêu cầu kỹ thuật của vữa xây dựng được quy định trong TCVN 4314-2022 [13].



Hình 4. Cường độ chịu nén

### 3.3. Cường độ chịu uốn

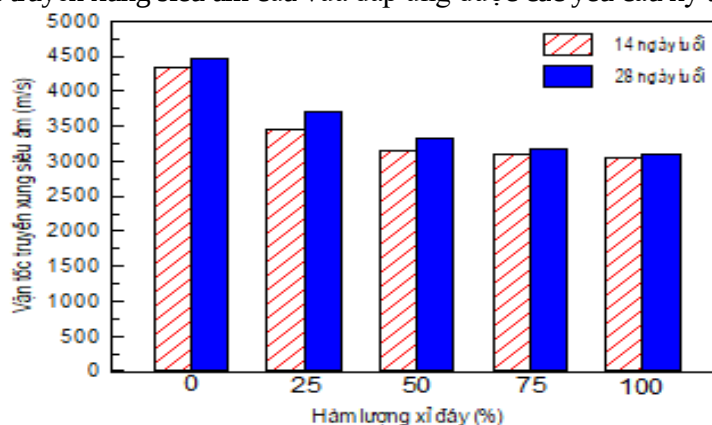
Cường độ chịu uốn tại 14 và 28 ngày tuổi của các mẫu vữa được thể hiện trên Hình 5. Các mẫu vữa có cường độ chịu uốn phát triển theo thời gian, tuy nhiên khi tăng hàm lượng xỉ đáy, cường độ chịu uốn có xu hướng giảm. Xu hướng này tương tự như kết quả của T.P.Huynh, S.H. Ngo (2022) [2]. Nguyên nhân của hiện tượng cơ học này tương tự như đã được chỉ ra ở phần kết quả chịu nén, đó là do độ xộp và độ rỗng của các hạt xỉ đáy cao, tỷ lệ nước/chất kết dính của các mẫu vữa tăng khi tăng hàm lượng xỉ đáy. Tại 28 ngày tuổi, cường độ chịu uốn của mẫu đối chứng là 13,8 MPa, trong khi các mẫu khác có cường độ chịu uốn là 9,1 MPa, 7,0 MPa, 6,6 MPa và 6,1 MPa tương ứng với hàm lượng xỉ đáy 25%, 50%, 75% và 100%. Cường độ chịu uốn của các mẫu vữa trong nghiên cứu này cũng tương đồng với kết quả từ các nghiên cứu của T.P.Huynh, S.H. Ngo (2022) và V.D. Nguyen, S.H. Ngo, V.L. Nguyen, T.P. Huynh (2023) [2][17].



Hình 5. Cường độ chịu uốn

### 3.4. Vận tốc truyền xung siêu âm

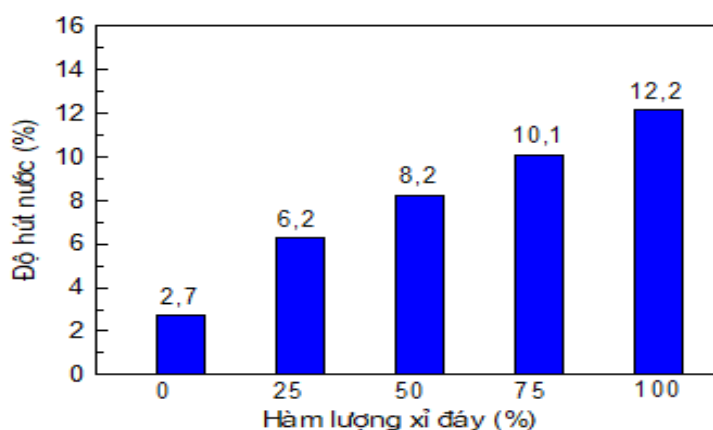
Hình 6 thể hiện kết quả xác định giá trị vận tốc truyền xung siêu âm của các mẫu vữa tại 14 và 28 ngày tuổi. Tương tự như cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn, giá trị vận tốc truyền xung siêu âm tăng theo thời gian nhưng giảm khi tăng hàm lượng xi đáy. Giá trị vận tốc truyền xung siêu âm tăng theo thời gian là do các phản ứng thủy hóa tiếp tục diễn ra theo thời gian, làm tăng độ đặc chắc của vữa. Mặt khác, độ rỗng cao của các hạt xi đáy là nguyên nhân dẫn đến sự giảm giá trị vận tốc truyền xung siêu âm của các mẫu vữa có sử dụng xi đáy. Tại 28 ngày tuổi, giá trị vận tốc truyền xung siêu âm của mẫu đối chứng là 4473 m/s, trong khi các mẫu sử dụng 25%, 50%, 75% và 100% xi đáy có giá trị vận tốc truyền xung siêu âm tương ứng là 3708 m/s, 3325 m/s, 3170 m/s và 3098 m/s. Theo phân loại chất lượng vữa của Khatib và các cộng sự [18], các mẫu vữa sử dụng xi đáy trong nghiên cứu này có giá trị vận tốc truyền xung siêu âm trong khoảng 3000 ÷ 3500 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 xi đáy lò đốt rác để thay thế đến 100% cát tự nhiên trong sản xuất vữa xây dựng. Để có kết quả này, vai trò của silica fume trong thành phần vữa là rất quan trọng, giúp điền đầy vào các lỗ rỗng của xi đáy, từ đó tăng độ đặc chắc cho vữa, giữ cho cường độ chịu nén và giá trị vận tốc truyền xung siêu âm của vữa đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật.



Hình 6. Vận tốc truyền xung siêu âm

### 3.5. Độ hút nước

Độ hút nước của vữa tại 28 ngày tuổi được thể hiện trên Hình 7. Nhìn chung, độ hút nước có xu hướng tăng khi tăng hàm lượng xỉ đáy lò đốt rác. Hiện tượng này là do độ rỗng lớn của các hạt xỉ đáy như đã được trình bày ở trên. Khi trộn mẫu, các lỗ rỗng này hấp thụ một lượng nước lớn, đến khi mẫu khô thì bay hơi và thoát ra ngoài để lại các lỗ rỗng. Khi ngâm nước, các lỗ rỗng này lại hút nước trở lại làm tăng độ hút nước của vữa. Xu hướng và giá trị độ hút nước của các mẫu vữa trong nghiên cứu này cơ bản tương đồng với nghiên cứu trước [2]. Trong nghiên cứu trước, khi sử dụng từ 0% đến 100% xỉ đáy lò đốt rác thay thế cát nghiền, độ hút nước của các mẫu vữa tăng từ 4,1% đến 12,3%.



Hình 7. Độ hút nước

## 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này sử dụng xỉ đáy lò đốt rác trên địa bàn tỉnh Thanh Hóa để thay thế 25%, 50%, 75% và 100% cát tự nhiên trong sản xuất vữa xây dựng. Ảnh hưởng của hàm lượng xỉ đáy lên một số tính chất cơ lý của vữa như khối lượng thể tích, cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn, vận tốc truyền xung siêu âm và độ hút nước được nghiên cứu. Một số kết luận chính được rút ra như sau:

Sử dụng xỉ đáy lò đốt rác giúp giảm khối lượng thể tích của vữa, từ đó giảm tải tác dụng lên công trình;

Khi tăng hàm lượng xỉ đáy, cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn, vận tốc truyền xung siêu âm của các mẫu vữa tăng và độ hút nước giảm;

Các mẫu vữa trong nghiên cứu này có cường độ chịu nén lớn hơn 30 MPa, thỏa mãn theo yêu cầu kỹ thuật được quy định theo TCVN 4314-2022 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;

Với sự có mặt của silica fume trong tỷ lệ trộn vữa có thể sử dụng 100% xỉ đáy lò đốt rác để thay thế cát trong sản xuất vữa xây dựng mà vẫn đảm bảo vữa đạt cường độ chịu nén theo yêu cầu.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. Kaza, L. Yao, P. Bhada-Tata, F.V. Woerden (2018), *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, World Bank Publications.
- [2] T. P. Huynh, S. H. Ngo (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.
- [3] C.S. Psomopoulos, A. Bourka, N.J. Themelis (2009), *Waste-to-energy: A review of the status and benefits in USA*, Waste Management, 29, 1718-1724.
- [4] D. Laner, M. Crest, H. Scharff, J.W.F. Morris, M.A. Barlaz (2012), *A review of approaches for the long-term management of municipal solid waste landfills*, Waste Management, 32, 498-512.
- [5] S. Renou, J.G. Givaudan, S. Poulain, F. Dirassouyan, P. Moulin (2008), *Landfill leachate treatment: Review and opportunity*, Journal of Hazardous Materials, 150, 468 - 493.
- [6] S. Mukherjee, S. Mukhopadhyay, M.A. Hashim, B. Sen Gupta (2015), *Contemporary environmental issues of landfill leachate: Assessment and remedies*, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 45, 472-590.
- [7] World Cement (2016), *World demand for construction aggregates to reach 51.7 billion tons*, Palladian Publications, Surrey, UK, <https://www.worldcement.com/europe-cis/18032016/World-demand-construction-aggregates-billion-717/> (truy cập 25/11/2024).
- [8] N. Sathiparan, H.T.S.M. De Zoysa (2018), *The effects of using agricultural waste as partial substitute for sand in cement blocks*, Journal of Building Engineering, 19, 216-227.
- [9] J.W. Lu, S. Zhang, J. Hai, M. Lei (2017), *Status and perspectives of municipal solid waste incineration in China: A comparison with developed regions*, Waste Management, 69, 170-186.
- [10] L. Bertolini, M. Carsana, D. Cassago, A. Quadrio Curzio, M. Collepardi (2004), *MSWI ashes as mineral additions in concrete*, Cement and Concrete Research, 34, 1899-1906.
- [11] B.H. Woo, I.K. Jeon, D.H. Yoo, S.S. Kim, J.B. Lee, H.G. Kim (2021), *Utilization of municipal solid waste incineration bottom ash as fine aggregate of cement mortars*, Sustainability, 13, 8832.
- [12] S. Zhang, Z. Ghoulé, Y. Shao (2021), *Green concrete made from MSWI residues derived eco-cement and bottom ash aggregates*, Construction and Building Materials, 297, 123818.
- [13] TCVN 4314:2022 (2022), *Vữa xây dựng - Yêu cầu kỹ thuật*, Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [14] TCVN 3121:2022 (2022), *Vữa xây dựng - Phương pháp thử*, Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [15] TCVN 3121:2003 (2003), *Vữa xây dựng - Phương pháp thử*, Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [16] ASTM C597 (2016), *Standard test method for pulse velocity through concrete*, ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.
- [17] V.D. Nguyen, S.H. Ngo, V.L. Nguyen, T.P. Huynh (2023), *Incorporation of high loss-on-ignition fly ash into high-strength mortar: Influence on short-term engineering properties*, Materials Today: Proceedings.
- [18] J.M. Khatib, B.A. Herki, A. Elkordi (2019), *Use of recycled plastics in eco-efficient concrete*, Woodhead Publishing, 137-165.

## THE EFFECT OF WASTE INCINERATION BOTTOM ASH CONTENTS REPLACEMENT OF SAND ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MORTARS

Nguyen Thi Thanh, Nguyen Van Dung, Nguyen Thi Mui, Tran Ngoc Khoa

### ABSTRACT

*This study investigates the feasibility of using waste incineration bottom ash as a replacement for natural sand in mortar production. Mortar mixtures were designed with a flow diameter of 175÷205 mm, using cement, fly ash, and silica fume as binder materials, and using waste incineration bottom ash to replace 0%, 25%, 50%, 75%, and 100% natural sand by weight. Test results indicated that unit weight, compressive strength, flexural strength, and ultrasonic pulse velocity of mortars decreased, while water absorption increased with increasing waste incineration bottom ash content. All mortars using waste incineration bottom ash had satisfactory quality with compressive strength higher than 30 MPa and ultrasonic pulse velocity higher than 3000 m/s. This study proved that with the presence of silica fume in the mortar mix proportion, waste incineration bottom ash can be used to replace natural sand up to 100% in producing mortar.*

**Keywords:** Waste incineration bottom ash, natural sand, silica fume, mortar, compressive strength.

*\* Ngày nộp bài: 26/11/2024; Ngày gửi phản biện: 29/11/2024; Ngày duyệt đăng: 10/03/2025*

*\* Bài báo là kết quả nghiên cứu từ đề tài NCKH cấp cơ sở (mã số ĐT-2023-16) của Trường Đại học Hồng Đức.*

*Lời cảm ơn: Tác giả chân thành cảm ơn các đồng nghiệp trong bộ môn Kỹ thuật công trình và các học viên cao học đã hỗ trợ trong suốt quá trình thí nghiệm.*