

NGHIÊN CỨU SẢN XUẤT BÊ TÔNG BỌT VỚI CÁC HÀM LƯỢNG CÁT KHÁC NHAU

Mai Thị Ngọc Hằng¹, Lê Thị Thanh Tâm¹, Ngô Sĩ Huy¹, Trịnh Huy Hoàng²

TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu các đặc tính vật lý và cơ học của bê tông bọt với sự thay đổi của hàm lượng cát tương ứng bằng 25%, 50%, 75% và 100% so với khối lượng chất kết dính. Bốn mẫu bê tông bọt được thiết kế với khối lượng thể tích khô trong khoảng $1050 \pm 50 \text{ kg/m}^3$, trong đó sử dụng hàm lượng tro bay bằng 20% hàm lượng chất kết dính và tỷ lệ nước/chất kết dính bằng 0,2. Kết quả thí nghiệm cho thấy, khối lượng thể tích, cường độ chịu nén, vận tốc truyền xung siêu âm và độ truyền nhiệt của các mẫu bê tông bọt tăng dần và đạt giá trị lớn nhất khi hàm lượng cát tăng đến 75%, trong khi độ hút nước giảm. Khi hàm lượng cát tăng đến 100% thì khối lượng thể tích, cường độ chịu nén, vận tốc truyền xung siêu âm và độ truyền nhiệt của các mẫu bê tông bọt có xu hướng giảm, trong khi độ hút nước có xu hướng tăng lên. Như vậy, trong phạm vi của nghiên cứu này, hàm lượng cát sử dụng bằng 75% hàm lượng chất kết dính cho kết quả tối ưu nhất, khi đó cường độ chịu nén và độ hút nước của bê tông bọt tương ứng đạt 6,17 MPa và 6,58%. Các mẫu bê tông bọt trong nghiên cứu này có chất lượng tốt để sử dụng thay thế gạch không nung với ưu điểm là khối lượng nhẹ và khả năng cách nhiệt tốt.

Từ khóa: *Bê tông bọt, tro bay, hàm lượng cát, cường độ chịu nén, khối lượng thể tích, độ hút nước, độ truyền nhiệt.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bê tông bọt là một dạng bê tông nhẹ, có khối lượng đơn vị thể tích từ 400 - 1850 kg/m³ do các khoảng trống ngẫu nhiên được tạo ra từ hỗn hợp của các chất tạo bọt trong vữa. Bê tông bọt được sử dụng rộng rãi do dùng hàm lượng xi măng thấp, có thể tận dụng các loại cốt liệu tái chế [1][2][3] và có khả năng cách nhiệt cao [4]. Tại Iraq, bê tông bọt được coi là vật liệu xây dựng mới, được sử dụng trong lĩnh vực xây dựng hiện nay, nó được sản xuất từ các vật liệu sẵn có của địa phương như xi măng poóc lăng, cát mịn và chất tạo bọt. Kết quả nghiên cứu cho thấy các đặc tính kỹ thuật của bê tông bọt phụ thuộc vào khối lượng đơn vị thể tích, tỷ lệ nước/chất kết dính, tỷ lệ cát/xi măng và loại cát sử dụng [5]. Một số nghiên cứu còn sử dụng các chất thải công nghiệp như tro bay làm chất kết dính trong thành phần của bê tông bọt. Theo nghiên cứu của Jones và McCarthy (2005), sử dụng tro bay thay thế một phần xi măng trong bê tông bọt có thể cải thiện đáng kể các đặc tính kỹ thuật của nó. Các nghiên cứu khác còn chỉ ra rằng các đặc tính của bê tông bọt phụ thuộc rất nhiều vào hàm lượng cũng như chất lượng của vật liệu đầu vào. Lượng cát trong bê tông bọt phải chọn phù hợp, nếu quá nhiều việc đúc mẫu khó thành công, nếu quá ít thì chi phí sản xuất cao do hàm lượng xi măng nhiều [7][8]. Abdollahnejed và cộng sự (2018) còn khuyến cáo rằng, không nên sử dụng hàm lượng cát quá 50% so với hàm lượng chất kết dính [8].

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

² Học viên cao học Lớp K13A ngành Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Hồng Đức

Ở Việt Nam, bê tông bọt đã và đang được nhiều nhà khoa học đưa vào nghiên cứu và sử dụng. Theo nghiên cứu của Mai Thị Hồng và Ngô Sĩ Huy (2021), chất lượng của bê tông bọt phụ thuộc vào kích thước của hạt cát, tuy nhiên ảnh hưởng của hàm lượng cát lên bê tông bọt vẫn chưa được nghiên cứu. Việc xác định được ảnh hưởng của hàm lượng cát lên các đặc tính kỹ thuật của bê tông bọt giúp kỹ sư thiết kế được cấp phối bê tông bọt hợp lý, phù hợp với mục đích sử dụng. Chính vì vậy, nghiên cứu này nhằm đánh giá các đặc tính kỹ thuật của bê tông bọt với sự thay đổi của hàm lượng cát lần lượt là 25%, 50%, 75%, 100% so với chất kết dính nhằm tìm ra hàm lượng cát sử dụng tối ưu.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

2.1. Vật liệu

Vật liệu chính dùng để đúc các mẫu bê tông bọt trong nghiên cứu bao gồm xi măng, tro bay, cát, nước, phụ gia siêu dẻo và bọt. Xi măng Nghi Sơn PCB40 và tro bay của nhà máy nhiệt điện Nghi Sơn với khối lượng riêng lần lượt là 3,12 tấn/m³ và 2,16 tấn/m³ được sử dụng làm chất kết dính. Cát vàng được lấy tại các sông trên địa bàn tỉnh Thanh Hóa, có khối lượng riêng là 2,68 tấn/m³, độ ẩm 4,35%, độ hút nước 0,65%, kích thước hạt từ 0,15 đến 0,63 mm được sử dụng làm cốt liệu nhỏ. Thành phần hóa học chính của xi măng PCB40 và tro bay được thể hiện trong bảng 1. Với hàm lượng (SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃) lớn hơn 70%, tro bay sử dụng trong nghiên cứu này thuộc loại F theo tiêu chuẩn TCVN 10302-2014 [10]. Việc sử dụng tro bay trong nghiên cứu này nhằm tái sử dụng các chất thải rắn trong công nghiệp và hạn chế việc sản xuất xi măng để bảo vệ môi trường và sử dụng hiệu quả các nguồn tài nguyên.

Phụ gia siêu dẻo sử dụng trong nghiên cứu có dạng bột trong khi bọt được tạo ra bằng cách sử dụng một lượng chất tạo bọt EABASSOC kết hợp với nước theo tỷ lệ 1/40. Cả 2 loại hóa chất này được cung cấp bởi công ty TNHH Thương mại và Đầu tư Thăng Tiến. Sau khi đóng nước và chất tạo bọt bằng bình đo theo đúng tỷ lệ cần trộn, đổ cả nước và chất tạo bọt vào thùng, khuấy đều đến khi dung dịch đạt độ đồng nhất. Dùng máy tạo bọt Foam Master I kết hợp với máy nén khí, cho dung dịch vừa tạo chạy qua máy tạo bọt với áp lực khí khoảng 6 Pa. Chú ý rằng, các hạt bọt ban đầu còn hạt to, hạt nhỏ, không đồng đều, dễ vỡ sớm khi bê tông chưa ngưng kết nên không sử dụng, chỉ sử dụng bọt khi quan sát thấy các hạt bọt tương đối đồng đều, nhỏ và mịn.

Bảng 1. Thành phần hóa học của xi măng và tro bay (% theo khối lượng)

Thành phần (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Lượng mất khi nung
Xi măng	22,30	6,68	4,73	55,45	2,40	1,28	0,74	0,56	0,5
Tro bay	55,73	21,67	6,58	1,06	2,17	0,01	2,07	0,22	6,9

2.2. Thiết kế thành phần cấp phối bê tông bọt

Các mẫu bê tông bọt trong nghiên cứu này được thiết kế theo nguyên tắc thể tích tuyệt đối tính cho 1m³ bê tông với tỉ lệ nước/chất kết dính (N/CKD) là 0,20; giá trị này được xác định sau nhiều lần thử. Với tỉ lệ này đảm bảo độ linh động và các mẫu bê tông sau khi đúc không bị phân tầng. Thành phần cấp phối các hỗn hợp mẫu bê tông bọt được trình bày trong bảng 2. Hàm lượng phụ gia siêu dẻo lấy theo kiến nghị của nhà cung cấp, bằng 2% tổng khối

lượng chất kết dính. Bốn mẫu bê tông bọt được thiết kế với hàm lượng cát thay đổi lần lượt bằng 25%, 50%, 75% và 100% so với khối lượng chất kết dính (xi măng + tro bay). Hàm lượng tro bay được cố định bằng 20% hàm lượng chất kết dính. Mục đích của việc thiết kế 4 mẫu với hàm lượng cát khác nhau nhằm đánh giá hàm lượng cát tối ưu có thể sử dụng trong sản xuất bê tông bọt để bê tông đạt được cường độ nén cao nhất. Tên của các mẫu bê tông bọt được đặt như sau: C là kí hiệu của cát; các số đứng sau (25, 50, 75 và 100) chỉ hàm lượng phần trăm cát (tính theo khối lượng) so với chất kết dính được sử dụng trong các mẫu. Ví dụ: C25 là mẫu bê tông bọt có hàm lượng cát bằng 25% so với chất kết dính.

Bảng 2. Thiết kế thành phần cấp phối bê tông bọt (kg/m³)

TT	Tên mẫu	N/CKD	Thành phần cấp phối (kg/m ³)					Thể tích bọt (m ³)
			Xi măng	Tro bay	Cát	Nước	Phụ gia siêu dẻo	
1	C25	0,20	638,0	159,5	199,4	159,5	1,60	0,486
2	C50		545,2	136,3	340,8	136,3	1,36	0,497
3	C75		475,4	118,9	445,7	118,9	1,19	0,506
4	C100		422,5	105,6	528,2	105,6	1,06	0,512

2.3. Chuẩn bị mẫu và phương pháp thí nghiệm

Các loại vật liệu đầu vào được chuẩn bị như ở bảng 2. Quá trình trộn mẫu được tiến hành theo các bước sau: Đầu tiên cho các vật liệu khô (cát, xi măng, tro bay) vào trộn đều trong khoảng 1 - 2 phút, tiếp đó cho từ từ nước và phụ gia siêu dẻo vào trộn cho đến khi được hỗn hợp đồng đều. Lấy mẫu xác định độ linh động, khi đường kính chảy xòe của hỗn hợp vừa nằm trong khoảng 18 - 20 cm thì độ linh động đạt yêu cầu, tiếp tục tiến hành cho bột vào máy trộn bê tông với thể tích tương ứng như trong Bảng 2. Trộn đều hỗn hợp vừa và bột với tốc độ chậm hoặc trung bình cho đến khi thấy hỗn hợp đã đồng nhất. Đổ hỗn hợp này vào các khuôn bằng thép có kích thước 10×10×10 cm (hình 1) để tạo các mẫu thí nghiệm. Lưu ý rằng, độ linh động của vữa rất quan trọng trong việc chế tạo thành công các mẫu bê tông bọt. Nếu hỗn hợp vừa quá khô hoặc quá ướt đều dẫn đến việc chế tạo mẫu không thành công, giá trị độ linh động từ 18 - 20 cm là giá trị được rút ra từ thực nghiệm của nhiều lần thử. Hỗn hợp vừa và bột chỉ trộn đến khi chúng đạt độ đồng nhất, nếu trộn quá lâu sẽ dẫn đến các bọt khí bị vỡ, mẫu sau khi tạo không đạt được khối lượng thể tích khô như mong muốn.



Hình 1. Tạo mẫu thí nghiệm

Mẫu sau khi đúc để nguyên trong khuôn, sau 24 giờ tháo mẫu khỏi khuôn và bảo dưỡng trong điều kiện tự nhiên (hình 2) cho đến ngày thực hiện các thí nghiệm. Trong đó, khối lượng thể tích khô, độ hút nước, độ truyền nhiệt của bê tông bọt được đo tại 28 ngày tuổi, còn cường độ chịu nén, vận tốc truyền xung siêu âm được đo tại 3, 7, 14 và 28 ngày tuổi. Giá trị thí nghiệm được xác định là giá trị trung bình tối thiểu của ít nhất 3 mẫu thử. Các thí nghiệm về cường độ chịu nén, khối lượng thể tích khô và độ hút nước được tiến hành theo TCVN 9030-2017 [11], trong khi vận tốc truyền xung siêu âm được thực hiện theo TCVN 9357-2012 [12]. Độ truyền nhiệt của các mẫu bê tông bọt được đo trực tiếp bằng thiết bị ISOMET-2014.



Hình 2. Mẫu thí nghiệm sau khi tháo khuôn

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khối lượng thể tích

Khối lượng thể tích bê tông tươi và khối lượng thể tích bê tông khô được thể hiện trong bảng 3. Các mẫu bê tông đều có khối lượng thể tích bê tông khô trong khoảng $1050 \pm 50 \text{ kg/m}^3$, giá trị này nhằm mục đích tạo ra các mẫu bê tông bọt có khối lượng thể tích khô khoảng 1000 kg/m^3 , nhỏ hơn nhiều so với bê tông thông thường (2500 kg/m^3). Khi hàm lượng cát tăng từ 25% đến 100% so với khối lượng chất kết dính, khối lượng thể tích bê tông tươi tăng từ 1158 kg/m^3 đến 1163 kg/m^3 . Tuy nhiên, khối lượng thể tích bê tông khô của mẫu C75 có giá trị lớn nhất so với các mẫu còn lại. Có thể do kích thước của các vật liệu đầu vào khác nhau, với hàm lượng cát bằng 75% so với chất kết dính cho độ lèn chặt giữa các hạt là tốt nhất, dẫn đến khối lượng thể tích khô của chúng là lớn nhất. Hoặc cũng có thể đây chỉ là một sự ngẫu nhiên trong quá trình thí nghiệm. Tuy nhiên, khối lượng thể tích khô là một trong những đặc tính kỹ thuật ảnh hưởng lớn đến chất lượng của bê tông bọt [6]. Cũng chính vì vậy, khi thiết kế các mẫu thí nghiệm bắt buộc phải có khối lượng đơn vị thể tích tương tự nhau, khi đó mới có thể đánh giá được sự ảnh hưởng của hàm lượng cát lên các đặc tính kỹ thuật của chúng. Trong quá trình đúc mẫu, hàm lượng bọt cho vào rất khó kiểm soát, do vậy với mỗi mẫu, nhóm nghiên cứu đã tiến hành đúc rất nhiều mẫu nhằm chọn được những mẫu có khối lượng thể tích tương tự nhau.

Bảng 3. Khối lượng thể tích (kg/m^3)

TT	Tên mẫu	Hàm lượng cát (%)	Khối thể tích bê tông tươi (kg/m^3)	Khối lượng thể tích khô (kg/m^3)
1	C25	25	1158 ± 15	1070 ± 11
2	C50	50	1160 ± 10	1081 ± 15
3	C75	75	1160 ± 8	1090 ± 25
4	C100	100	1163 ± 16	1085 ± 14

3.2. Độ hút nước

Độ hút nước của các mẫu bê tông bọt được thể hiện trong bảng 4. Kết quả thí nghiệm cho thấy, khi hàm lượng cát tăng từ 25% đến 75% thì độ hút nước giảm từ 7,25% xuống

6,58%. Khi hàm lượng cát tăng đến 100% so với chất kết dính thì độ hút nước lại có xu hướng tăng nhẹ trở lại (6,90%). Mẫu C25 có độ hút nước cao nhất, trong khi mẫu C75 có độ hút nước thấp nhất. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, khối lượng thể tích khô của các mẫu bê tông bọt càng thấp thì độ hút nước càng cao. Cụ thể, mẫu C25 có khối lượng đơn vị thể tích khô thấp nhất (1070 kg/m^3) có độ hút nước cao nhất (7,25%); mẫu C75 có khối lượng đơn vị thể tích khô cao nhất (1090 kg/m^3) có độ hút nước thấp nhất (6,58%). Kết quả này có thể được giải thích là do cấu trúc lỗ rỗng bên trong các mẫu bê tông bọt. Khi mẫu có khối lượng thể tích khô cao, nghĩa là độ rỗng thấp, dẫn đến độ hút thấp và ngược lại. Kết quả này tương tự với kết quả nghiên cứu của Abd và Jarullah (2016) [5]. So sánh với TCVN 6477-2016 [13], các mẫu bê tông bọt trong nghiên cứu này có độ hút nước nhỏ hơn 14%, đảm bảo tiêu chuẩn để sử dụng làm gạch không nung có khối lượng nhẹ.

Bảng 4. Độ hút nước (%)

TT	Tên mẫu	Hàm lượng cát (%)	Khối lượng thể tích khô (kg/m^3)	Độ hút nước (%)
1	C25	25	1070 ± 11	$7,25 \pm 0,16$
2	C50	50	1081 ± 15	$7,07 \pm 0,21$
3	C75	75	1090 ± 25	$6,58 \pm 0,15$
4	C100	100	1085 ± 14	$6,90 \pm 0,23$

3.3. Độ truyền nhiệt

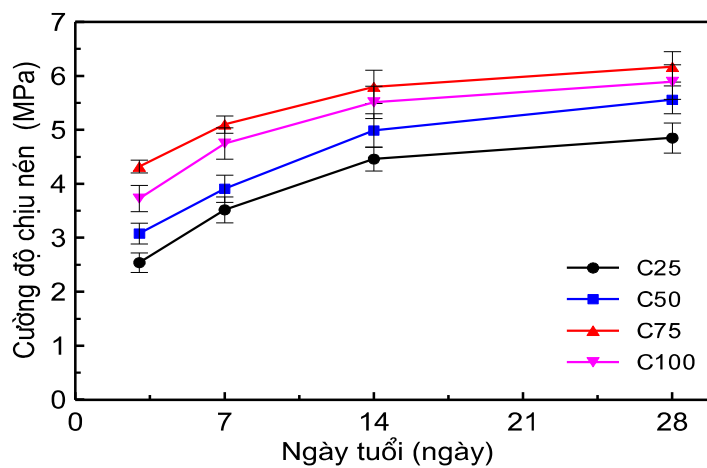
Bê tông bọt thường được dùng làm vật liệu cách âm, cách nhiệt tốt do chúng có độ rỗng cao nhờ lỗ rỗng của các bọt khí tạo thành. Kết quả đo độ truyền nhiệt của các mẫu bê tông bọt được thể hiện trong bảng 5. Kết quả nghiên cứu cho thấy độ truyền nhiệt và khối lượng đơn vị thể tích khô của các mẫu bê tông bọt có sự liên hệ chặt chẽ với nhau. Mẫu C75 có khối lượng thể tích khô lớn nhất, tương ứng có độ truyền nhiệt cao nhất. Tương tự, mẫu C25 có khối lượng thể tích khô nhỏ nhất cho độ truyền nhiệt thấp nhất. Nói cách khác, khi hàm lượng cát tăng từ 25% đến 75% thì độ truyền nhiệt tăng từ $0,405 \text{ W/m.K}$ đến $0,571 \text{ W/m.K}$. Tuy nhiên, khi hàm lượng cát tăng đến 100%, độ truyền nhiệt giảm xuống còn $0,540 \text{ W/m.K}$. Theo kết quả nghiên cứu của Uysal cùng các cộng sự (2004), độ truyền nhiệt có liên quan chặt chẽ với khối lượng đơn vị thể tích. Có nghĩa là mẫu bê tông có khối lượng đơn vị thể tích càng lớn thì độ truyền nhiệt càng cao và ngược lại. Trong nghiên cứu này, mẫu C75 có độ truyền nhiệt cao nhất do khối lượng thể tích khô của nó là lớn nhất so với các mẫu còn lại.

Bảng 5. Độ truyền nhiệt (W/m.K)

TT	Tên mẫu	Hàm lượng cát (%)	Khối lượng thể tích khô (kg/m^3)	Độ truyền nhiệt (W/m.K)
1	C25	25	1070 ± 11	$0,405 \pm 0,002$
2	C50	50	1081 ± 15	$0,431 \pm 0,003$
3	C75	75	1090 ± 25	$0,571 \pm 0,002$
4	C100	100	1085 ± 14	$0,540 \pm 0,001$

3.4. Cường độ chịu nén

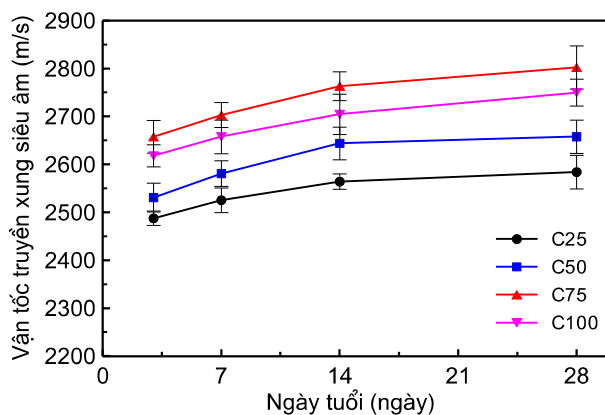
Hình 3 thể hiện sự phát triển cường độ chịu nén của các mẫu bê tông bọt theo thời gian. Cường độ chịu nén của các mẫu bê tông bọt tại 28 ngày tuổi thay đổi từ 4,85 đến 6,17 MPa. Mẫu C75 có cường độ chịu nén cao nhất, trong khi mẫu C25 có cường độ chịu nén thấp nhất. Kết quả này hoàn toàn tương đồng với kết quả của các nghiên cứu trước, mẫu có khối lượng thể tích khô càng lớn thì cường độ chịu nén càng cao [7][15][16]. Theo quan sát kết quả đo ở hình 3, cường độ chịu nén của bê tông bọt tăng dần khi sử dụng hàm lượng cát tăng từ 25% đến 75%. Tuy nhiên, cường độ chịu nén của bê tông bọt có xu hướng giảm khi tăng hàm lượng cát lên 100% so với hàm lượng chất kết dính. Theo kết quả nghiên cứu của Abdollahnejad và các cộng sự (2018) [8], khi hàm lượng cát thay đổi thì cường độ nén của bê tông bọt cũng thay đổi theo các chiều hướng khác nhau. Mặc dù vậy, kết quả nghiên cứu của họ vẫn thể hiện xu hướng chung rằng cường độ chịu nén của các mẫu bê tông bọt tăng dần khi hàm lượng cát tăng đến 50% hàm lượng chất kết dính, và bắt đầu giảm khi hàm lượng cát vượt quá 50%. Trong mỗi nghiên cứu, hàm lượng của các thành phần vật liệu đầu vào là khác nhau nên kết quả sẽ khác nhau. Trong nghiên cứu này, khi hàm lượng cát tăng đến 75% so với hàm lượng chất kết dính thì cường độ nén của bê tông bọt đạt giá trị cao nhất. Nguyên nhân là do cường độ nén của bê tông phụ thuộc nhiều vào cường độ vữa. Với các mẫu bê tông không sử dụng cát thì cường độ nén của bê tông chủ yếu do cường độ của hỗn hợp chất kết dính (xi măng và tro bay) tạo nên. Với các mẫu bê tông sử dụng cát, cường độ nén của bê tông chủ yếu do hỗn hợp chất kết dính và cốt liệu nhỏ (cát) tạo nên. Sự xuất hiện của cát trong hỗn hợp vữa bê tông đã làm tăng cường độ chịu nén của bê tông, nguyên nhân là do hạt cát vốn đã có khả năng chịu nén tốt lại được kết dính với nhau bởi các sản phẩm thủy hóa của xi măng và tro bay, làm tăng cường độ chịu nén của bê tông. Tuy nhiên, nếu hàm lượng cát sử dụng quá nhiều, dẫn đến hàm lượng xi măng và tro bay giảm, khối lượng sản phẩm thủy hóa của xi măng và tro bay không đủ để kết dính hết tất cả các hạt cát, khả năng chịu lực của bê tông giảm. Trong nghiên cứu này, hàm lượng cát bằng 75% so với hàm lượng chất kết dính được cho là hàm lượng tối ưu nhất trong 4 hàm lượng cát được nghiên cứu. Như đã đề cập ở trên, các mẫu bê tông bọt trong nghiên cứu này có đường độ đạt từ 4,85 đến 6,17 MPa, theo TCVN 6477-2016 [13] các mẫu bê tông này có thể được sử dụng thay thế gạch không nung với mác tương ứng từ M3,5 đến M5,0.



Hình 3. Cường độ chịu nén

3.5. Vận tốc truyền xung siêu âm

Phương pháp đo vận tốc truyền xung siêu âm là phương pháp thăm dò không phá hủy mẫu được dùng phổ biến trong công tác kiểm tra, đánh giá chất lượng bê tông. Bằng cách xác định vận tốc truyền xung siêu âm có thể đánh giá chất lượng tương đối của bê tông cũng như một số khuyết tật bên trong nó. Kết quả đo vận tốc truyền xung siêu âm theo thời gian của 4 tổ hợp mẫu bê tông bọt trong nghiên cứu này được thể hiện trên hình 4. Nhìn chung, vận tốc truyền xung siêu âm của các mẫu bê tông bọt tăng dần theo thời gian. Nguyên nhân là do các sản phẩm thủy hóa trong vữa bê tông tiếp tục được tạo ra, vì vậy cường độ cũng như vận tốc truyền xung siêu âm tăng. Theo nghiên cứu của Solís-Carcaño và các cộng sự (2008), vận tốc truyền xung siêu âm phụ thuộc rất nhiều vào khối lượng thể tích và độ rỗng của các mẫu bê tông, các mẫu có khối lượng thể tích càng lớn thì giá trị vận tốc truyền xung siêu âm càng cao. Theo kết quả nghiên cứu của Turgut (2010), Shakir và các cộng sự (2013), nếu bê tông bọt có giá trị vận tốc truyền xung siêu âm lớn hơn 1500 m/s, chúng có thể được sử dụng thay thế gạch không nung. Trong nghiên cứu này, giá trị vận tốc truyền xung siêu âm tại 28 ngày tuổi nằm trong khoảng 2584 đến 2802 m/s. Kết hợp với cường độ chịu nén của chúng tại 28 ngày tuổi lớn hơn 4,85 MPa (hình 3), các mẫu bê tông bọt trong nghiên cứu này hoàn toàn có thể sử dụng để thay thế gạch không nung, với ưu điểm nổi bật là khối lượng nhẹ, tiêu hao ít vật liệu và khả năng cách nhiệt cao.



Hình 4. Vận tốc truyền xung siêu âm

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này khảo sát sự thay đổi các đặc tính kỹ thuật của bê tông bọt với các hàm lượng cát khác nhau. Một số kết luận chính được rút ra từ kết quả thực nghiệm như sau:

Khối lượng đơn vị thể tích khô, độ truyền nhiệt và cường độ chịu nén của bê tông đạt giá trị cao nhất ứng với hàm lượng cát sử dụng bằng 75% so với hàm lượng chất kết dính, trong khi độ hút nước thấp nhất. Do vậy, đối với các thành phần và vật liệu trong nghiên cứu này, hàm lượng cát bằng 75% hàm lượng chất kết dính được coi là hàm lượng tối ưu.

Cường độ chịu nén, vận tốc truyền xung siêu âm và độ truyền nhiệt của các mẫu bê tông bọt tỷ lệ thuận với khối lượng thể tích khô, trong khi độ hút nước có quan hệ tỷ lệ nghịch với khối lượng thể tích khô.

Các mẫu bê tông bọt trong nghiên cứu này với cường độ chịu nén lớn hơn 4,85 MPa, vận tốc truyền xung siêu âm lớn hơn 2500 m/s, độ hút nước nhỏ hơn 7,3%, theo TCVN 6477 - 2016 chúng có thể được sử dụng để thay thế gạch không nung với ưu điểm nổi bật là khối lượng nhẹ và khả năng cách nhiệt tốt.

Sản xuất các mẫu bê tông bọt với các loại vật liệu đầu vào khác, cần thí nghiệm lại để xác định hàm lượng cát tối ưu, nhằm tiết kiệm vật liệu và sử dụng vật liệu đạt hiệu quả cao nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ramamurthy, K., Nambiar, E.K., Ranjani, G.I.S. (2009), *A classification of studies on properties of foam concrete*, Cement and Concrete Composites, 31, 388-396.
- [2] Falliano, D., Domenico, D.D., Ricciardi, G., Gugliandolo, E. (2018), *Experimental investigation on the compressive strength of foamed concrete: Effect of curing conditions, cement type, foaming agent and dry density*, Construction and Building Materials, 165, 735-749.
- [3] Bing, C., Zhen, W., Ning, L. (2012), *Experimental research on properties of high-strength foamed concrete*, Journal of Materials in Civil Engineering, 24, 113-118.
- [4] Raj, A., Sathyan, D., Mini, K. M. (2019), *Physical and functional characteristics of foam concrete: A review*, Construction and Building Materials, 221, 787-799.
- [5] Abd, A. M., Jarullah, D. S. (2016), *Producing lightweight foam concrete building units using local resources*, Civil and Environmental Research, 8, 54-63
- [6] Jones, M.R., McCarthy, A. (2005), *Preliminary views on the potential of foamed concrete as a structural material*, Magazine of Concrete Research, 57(1), 21-31.
- [7] Falliano, D., de Domenico, D., Ricciardi, G., Gugliandolo, E. (2019), *Compressive and flexural strength of fiber-reinforced foamed concrete: Effect of fiber content, curing conditions and dry density*, Construction and Building Materials, 198, 479-493.
- [8] Abdollahnejad, Z., Zhang, Z., Wang, H., Mastali, M. (2018), *Comparative study on the drying shrinkage and mechanical properties of geopolymers foam concrete incorporating different dosages of fiber, sand and foam agents*, High Tech Concrete: Where Technology and Engineering Meet, 42-48.
- [9] Mai Thị Hồng, Ngô Sĩ Huy (2021), *Properties of foam concrete using ternary binder of fly ash, slag and cement*, Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng, số 2.
- [10] TCVN 10302:2014 (2014), *Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng*.
- [11] TCVN 9030:2017 (2017), *Phương pháp thử bê tông nhẹ*.
- [12] TCVN 9357:2012 (2012), *Phương pháp thử không phá hủy*.
- [13] TCVN 6477:2016 (2016), *Gạch bê tông*.
- [14] Uysal, H., Demirboğa, R., Şahin, R., Gül, R. (2004), *The effects of different cement dosages, slumps, and pumice aggregate ratios on the thermal conductivity and density of concrete*, Cement and Concrete Research, 34, 845-848.
- [15] Krämer, C., Schauerte, M., Kowald, T.L., Trettin, R.H.F. (2015), *Three-phase-foams for foam concrete application*, Materials Characterization, 102, 173-179.

- [16] Zhang, Z., Provis, J.L., Reid, A., Wang, H. (2015), *Mechanical, thermal insulation, thermal resistance and acoustic absorption properties of geopolymers foam concrete*, Cement and Concrete Composites, 62, 97-105.
- [17] Solís-Carcaño, R., Moreno, E.I. (2008), *Evaluation of concrete made with crushed limestone aggregate based on ultrasonic pulse velocity*, Construction and Building Materials, 22, 1225-1231.
- [18] Turgut, P. (2010), *Masonry composite material made of limestone powder and fly ash*, Powder Technology, 204(1), 42-47.
- [19] Shakir, A.A., Naganathan, S., Mustapha, K.N. (2013), *Properties of bricks made using fly ash, quarry dust and billet scale*, Construction and Building Materials, 41, 131-138.

THE STUDY ON THE PRODUCTION OF FOAMED CONCRETE WITH VARIOUS SAND CONTENTS

Mai Thi Ngoc Hang, Le Thi Thanh Tam, Ngo Si Huy, Trinh Huy Hoang

ABSTRACT

This paper presents an investigation on the physical and mechanical characteristics of foamed concrete with various sand contents of 25%, 50%, 75%, and 100% amount of binder. Four mixtures were designed with a bulk density of $1050 \pm 50 \text{ kg/m}^3$, fly ash content was 20% amount of binder and the water-to-binder ratio was 0.2. The experimental results showed that the bulk density, compressive strength, ultrasonic pulse velocity, and thermal conductivity of the foamed concrete samples gradually increased and reached the maximum value when the sand content increased to 75%, while the water absorption gradually decreased. However, when the sand content increased to 100%, the bulk density, compressive strength, ultrasonic pulse velocity and thermal conductivity of the foamed concrete samples decreased slightly, while the water absorption of the concrete samples increased slightly again. In this study, the sand content equal to 75% amount of the binder was the optimal value, the corresponding sample had a compressive strength of 6.17 MPa and water absorption of 6.58%. All foamed concrete produced in this study can be used as unburnt bricks with lightweight and good thermal insulation.

Keywords: *Foamed concrete, fly ash, sand content, compressive strength, bulk density, water absorption, thermal conductivity.*

* Ngày nộp bài: 7/10/2022; Ngày gửi phản biện: 7/10/2022; Ngày duyệt đăng: 27/10/2022

* Bài báo này là kết quả nghiên cứu từ đề tài cấp cơ sở, Mã số đề tài ĐT-2021-24 của Trường Đại học Hồng Đức.

NGHIÊN CỨU TỔNG HỢP VÀ PHỔ CỘNG HƯỞNG TỪ HẠT NHÂN CỦA MỘT SỐ HỢP CHẤT AMIDE VÀ IMIDE CÓ CHỨA DỊ VÒNG FUROXAN TỪ EUGENOL

Lê Thị Hoa¹, Nguyễn Thanh Phương², Lê Văn Khỏe¹

TÓM TẮT

Từ eugenol trong tinh dầu hương nhu tổng hợp được 3-methyl-4-(2-amino-4,5-dimethoxyphenyl)furoxan (**1**). Phản ứng của **1** với maleic anhydride được amide **2**, hợp chất **2** có cấu hình trans khác với cấu hình cis ban đầu của maleic anhydride. Phản ứng của **1** với succinic anhydride, ở các điều kiện khác nhau đã thu được amide **3**, hỗn hợp hai imide đồng phân vị trí nhóm N→O, và imide **4** không bị đồng phân hóa về vị trí nhóm N→O. Tín hiệu cộng hưởng từ hạt nhân của 3 hợp chất amide và imide được xác định dựa vào độ chuyển dịch hóa học, tương tác spin - spin và các vân giao trên phổ HMBC. Một hợp chất được thử hoạt tính kháng vi sinh vật kiểm định.

Từ khóa: Amide, imide, cộng hưởng từ hạt nhân.

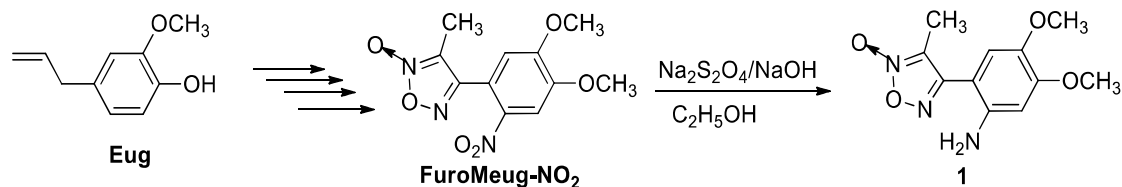
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hợp chất chứa dị vòng furoxan (1,2,5-oxadiazole-2-oxide) có hoạt tính sinh học phong phú, hoạt tính giãn mạch có triển vọng trong điều trị tim mạch [1][2]; đặc tính chống ký sinh trùng, chống ung thư, chống vi trùng được liệt kê trong các công trình [3][4][5][6], một số được sử dụng trong điều trị nhiễm trùng lao [7]. Một số dãy hợp chất chứa dị vòng furoxan tổng hợp từ eugenol được trình bày trong các công trình [8]. Trong công trình này chúng tôi tiếp tục trình bày tổng hợp, phân tích cấu trúc của một số hợp chất amide và imide chứa dị vòng furoxan từ eugenol.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Tổng hợp 3-methyl-4-(2-amino-4,5-dimethoxyphenyl)furoxan (**1**)

Hợp chất **1** được tổng hợp từ eugenol, theo [8] qua 5 bước kế tiếp nhau như sơ đồ phản ứng ở hình 1. Ở bước cuối, chất **1** thu được ở dạng tinh thể hình kim màu vàng, hiệu suất 70%.



¹ Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức; Email: lethihoatn@hdu.edu.vn

² Trường THPT Nguyễn Khuyến, tỉnh Hà Nam