

NGHIÊN CỨU CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA CỐT LIỆU NHỎ TÁI SỬ DỤNG TỪ PHẾ THẢI XÂY DỰNG CỦA CÁC CÔNG TRÌNH

Study on physical properties of small aggregate be used from construction waste of works

Trịnh Hoài Nhân¹ và Đỗ Đại Thắng²

¹Trường Đại học Kinh tế Công nghiệp Long An, Long An, Việt Nam
trinhhoainhanks@gmail.com

²Đại học Quốc Gia TP.HCM, Việt Nam
ddthang@vnuhcm.edu.vn

Tóm tắt — Nghiên cứu này sử dụng các nguồn phế thải xây dựng khác nhau bao gồm bê tông, vữa xây dựng, gạch đĩnh, gạch xây, gạch ceramic và ngói xi măng để gia công tái chế làm cốt liệu nhỏ. Kết quả thực nghiệm cho thấy cốt liệu nhỏ tái sử dụng từ các nguồn bê tông khác nhau và vữa xây dựng sau khi gia công có thành phần hạt và môđun độ lớn phù hợp với cốt liệu thô. Cốt liệu nhỏ sau khi gia công từ gạch đĩnh, gạch xây, gạch ceramic và ngói xi măng có thành phần hạt phù hợp với cỡ hạt mịn theo TCVN 9205 – 2012. Cốt liệu tái chế có độ rỗng và độ hút nước cao hơn so với cát xây dựng dùng trong xây dựng.

Abstract — This study uses different sources of construction waste such as concrete, mortar, bricks, ceramic and cement tile for processing and recycling to make small aggregate. Experimental results show that reusable small aggregates from different sources of concrete and building mortar after machining have a grain composition and magnitude modulus consistent with coarse aggregate. Small aggregate after machining from brick nail, building brick, ceramic tiles and cement tile have a particle composition suitable to the fine grain size according to TCVN 9205 - 2012. Recycle aggregates has higher porosity and water absorption than construction sand used in construction

Từ khóa — Phế thải xây dựng, thành phần hạt, demolition construction, particle distribution.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, vấn đề rác thải vật liệu xây dựng ở các khu đô thị khá phổ biến do nhu cầu cải tạo và xây dựng nhà ở phát triển. Tuy nhiên, hầu như các địa phương chưa có chỗ để tập kết loại rác này nên vấn đề xử lý và tái chế nguồn chất thải này làm ảnh hưởng đến môi trường đô thị. Trong năm 2020, mỗi ngày tại những đô thị lớn của Việt Nam như Hà Nội, TP Hồ Chí Minh, Hải Phòng, Đà Nẵng có lượng chất thải rắn phát sinh ra trong quá trình xây dựng và cải tạo khoảng 50.000 – 60.000 tấn, phế thải xây dựng chiếm từ 12 – 15% tổng số lượng chất thải rắn đô thị. Mỗi ngày có khoảng 1.000 tấn rác thải xây dựng thành phố Hà Nội và 2.000 tấn rác thải xây dựng tại thành phố Hồ Chí Minh được xử lý bằng phương pháp chôn lấp.

Trong thời gian tới, dự đoán lượng rác thải xây dựng sẽ còn tăng mạnh từ việc phá dỡ, cải tạo các khu chung cư cũ nát tại các đô thị lớn theo Lê Mạnh Hùng (2007, 2012); JICA (2011, 2014). Chính Phủ đã xây dựng chiến lược quốc gia về quản lý tổng hợp chất thải rắn đến năm 2025 với kế hoạch đến năm 2050 tất cả chất thải rắn sẽ được thu gom, tái sử dụng, tái chế và xử lý toàn diện bằng các công nghệ tiên tiến, thân thiện với môi trường, phù hợp với từng địa phương.

Theo định hướng phát triển doanh nghiệp vật liệu xây dựng đến 2030 và tầm nhìn đến 2050 thì phát triển bền vững ngành vật liệu xây dựng, áp dụng khoa học công nghệ. Ứng dụng các giải pháp của cách mạng công nghiệp lần thứ tư vào trong sản xuất vật liệu xây dựng, tiết kiệm tài nguyên khoáng sản, tiết kiệm năng lượng, giảm phát thải khí nhà kính, gắn sản xuất vật liệu xây dựng với tái chế, tái sử dụng các chất thải công nghiệp, nông nghiệp, xử lý rác thải và bảo vệ môi trường, nâng cao năng lực cạnh tranh của các sản phẩm vật liệu xây dựng trên thị trường trong nước và quốc tế.

2. Đối tượng và phương pháp thực nghiệm

2.1. Nguyên vật liệu

Mục tiêu cụ thể phát triển vật liệu xây dựng với tái chế, tái sử dụng các chất thải công nghiệp, nông nghiệp và xử lý rác thải nhằm bảo vệ môi trường; đẩy mạnh phát triển các sản phẩm vật liệu xây dựng mới có giá trị kinh tế cao, ít tiêu thụ năng lượng.

Trên thế giới, nhiều nghiên cứu đã đưa ra giải pháp tái sử dụng rác thải vật liệu xây dựng thay thế cho cốt liệu trong sản xuất vật liệu. Các vật liệu từ công trình xây dựng được gia công theo nhiều kích thước hạt, phân loại và thay thế một phần cốt liệu trong sản xuất vật liệu xây dựng. Cốt liệu tái chế từ phế thải xây dựng còn dùng trong các công trình giao thông, gia cố và xử lý đất (Hansen, 1992; O'Mahony, 1990; EPA, 2018, 2020a).

Bảng 1. Xử lý và tái chế phế thải xây dựng và giao thông trên thế giới

Quốc gia	Năm	Vật liệu phế thải	Triệu tấn	
			Số lượng	Sử dụng
Thụy Điển	1999	Bê tông nhựa nóng cũ	0.8	0.76
Đan Mạch	1997	Phế thải xây dựng	1.5-2.0	Lượng nhỏ
		Bê tông	1.06	0.9
		Bê tông nhựa nóng cũ	0.82	0.82
		Vật liệu gốm	0.48	0.33
Đức	1999	Bê tông nhựa nóng cũ	12	6
		Vật liệu đường khác	20	11
		Phế thải xây dựng	23	4

Nguồn: Tác giả tự tổng hợp

Tác giả thực hiện nghiên cứu quá trình sử dụng phế thải xây dựng từ các nguồn hỗn hợp như bê tông, gạch xây, vữa, tường xây gạch và phế thải bê tông của các công trình phá dỡ nhằm xác định thành phần cấp phối hạt của vật liệu tái chế khi thay thế cốt liệu nhỏ trong xây dựng.

Các phế thải xây dựng được thu nhập tại các công trình tháo dỡ và phân loại các nguồn vật liệu xây dựng, bao gồm các loại bê tông của các kết cấu bê tông cốt thép dầm - cột, kết cấu cầu thang - tường, vữa xây, gạch đinh và gạch xây đất sét nung, ngói xi măng và gạch ceramic.

Các loại phế thải được mang về phòng thí nghiệm, gia công đập nghiền đến kích thước nhỏ hơn 5 mm rồi phân loại thành các loại cốt liệu nhỏ được ký hiệu lần lượt là bê tông 1 (BT1), bê tông 2 (BT2), vữa (V), gạch đinh (GD), gạch xây (GX), Gạch ceramic (GC) và ngói xi măng (N).

2.2. Phương pháp thí nghiệm

Cốt liệu nhỏ tái sử dụng từ phế thải xây dựng được phân loại và xác định các tính chất cơ lý theo tiêu chuẩn Việt Nam trình bày trong bảng 2.

Xác định hàm lượng sét theo TCVN 344:1986, xác định thành phần hạt theo TCVN 7572-2:2006, xác định khối lượng thể tích và độ hút nước của cốt liệu theo TCVN 7572-4:2006, xác định khối lượng thể tích xốp, độ ẩm và độ rỗng của cốt liệu theo TCVN 7572-2006.

Phân loại thành phần hạt của phế thải xây dựng sau khi gia công theo tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9205:2012.

Bảng 2. Thành phần cấp phối hạt của các phế thải xây dựng

Cỡ sàng (mm)	Phần trăm tích lũy trên các sàng (%)						
	BT1	BT2	V	GD	GX	GC	N
5	0	0	0	0	0	0	0
2,5	11	8	6	3	2	3	3

1,25	31	21	18	11	9	14	12
0,63	51	37	33	28	23	36	29
0,315	68	65	49	51	45	55	57
0,16	87	82	78	78	72	81	78
Đáy sàng	100	100	100	100	100	100	100
Mô đun	2,48	2,13	1,84	1,71	1,51	1,89	1,79
Hàm lượng <75 μ m	9	12	14	17	19	13	21
Trọng lượng (kg/m ³)	1510	1450	1470	1190	1130	1130	1190
Độ hút nước (%)	4,7	6,2	7,9	11,9	13,2	9,8	14,8

Nguồn: Tác giả tự tổng hợp

3. Thử nghiệm và đánh giá

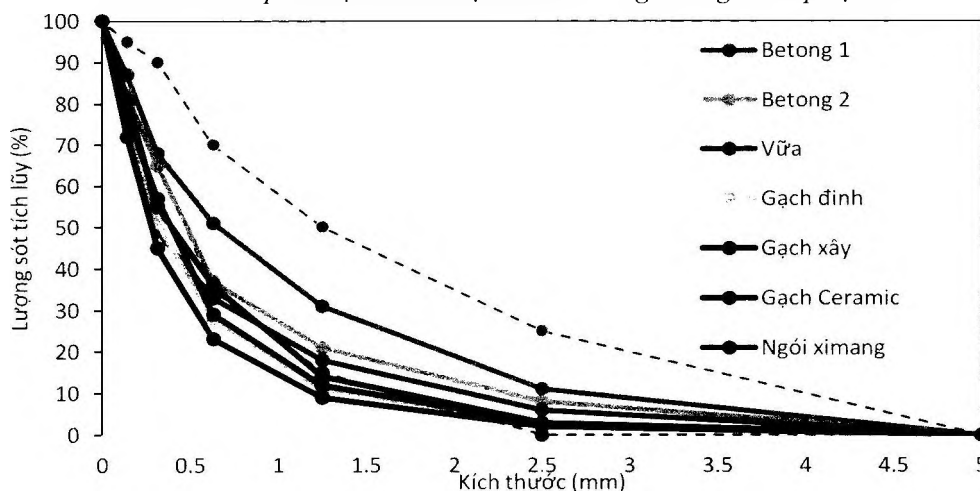
3.1. Ảnh hưởng của thành phần hạt của nguyên vật liệu phế thải xây dựng

Các nguyên vật liệu phế thải từ các công trình xây dựng được gia công và được xác định thành phần cấp phối hạt, kết quả trình bày trong hình 1 và 2.

Kết quả thử nghiệm cho thấy, các nguyên liệu thải vật liệu xây dựng được gia công với kích thước hạt nhỏ hơn 5mm có thành phần hạt khác nhau.

Hình 1 trình bày kết quả khi phân tích theo cốt liệu nhỏ cấp phối hạt thô cho thấy cấp phối hạt của các nguyên vật liệu có hàm lượng tích lũy trên sàng 2,5 mm dao động từ 2 – 11% nằm trong yêu cầu cho phép của cấp phối hạt thô theo TCVN 9205 – 2012.

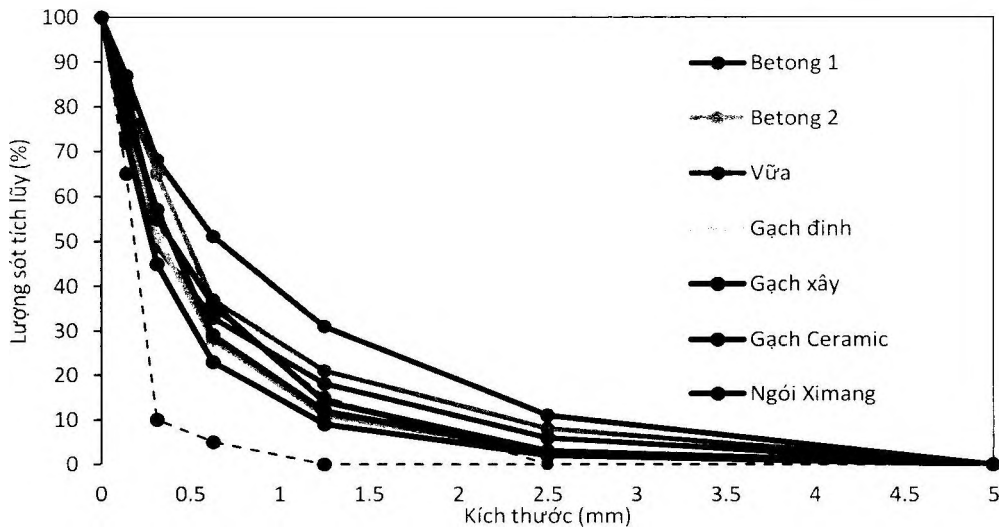
Hình 1. Thành phần hạt của cốt liệu tái chế sau gia công với cấp hạt thô



Hàm lượng tích lũy trên sàng 1,25 mm của nhóm bê tông 1, bê tông 2 và vữa dao động 18 – 31% đạt yêu cầu của thành phần hạt thô còn nhóm gạch đinh, gạch xây, gạch Ceramic và ngói có hàm lượng tích lũy 9 – 14% thấp hơn yêu cầu cho phép là 15 – 50%. Trong khi đó khi phân tích hàm lượng tích lũy trên sàng 0,63 mm của nhóm bê tông 1 và bê tông 2 đạt 37 – 51% nằm trong giới hạn cho phép là 35 – 70%, trong khi nhóm vữa có hàm lượng chỉ đạt 33%.

Đối với cỡ sàng 0,315 mm và 0,14 mm thì nhóm bê tông 1, bê tông 2 và vữa đều đạt yêu cầu cho phép của cấp hạt thô.

Hình 2 cho thấy hàm lượng tích lũy trên sàng 2,5 mm của các nhóm bê tông 1, bê tông 2, vữa, gạch đinh, gạch xây, gạch ceramic và ngói đạt 2 – 11% đều lớn hơn yêu cầu cho phép.

Hình 2. Thành phần hạt của cốt liệu tái chế sau gia công với cấp hạt mịn

Hàm lượng tích lũy trên sàng 1,25 mm của nhóm bê tông 1, bê tông 2, vữa đạt 18 – 31% cao hơn yêu cầu cho phép trong khi nhóm gạch đĩnh, gạch xây, gạch ceramic và ngói đạt 9 – 14% đạt yêu cầu cho phép.

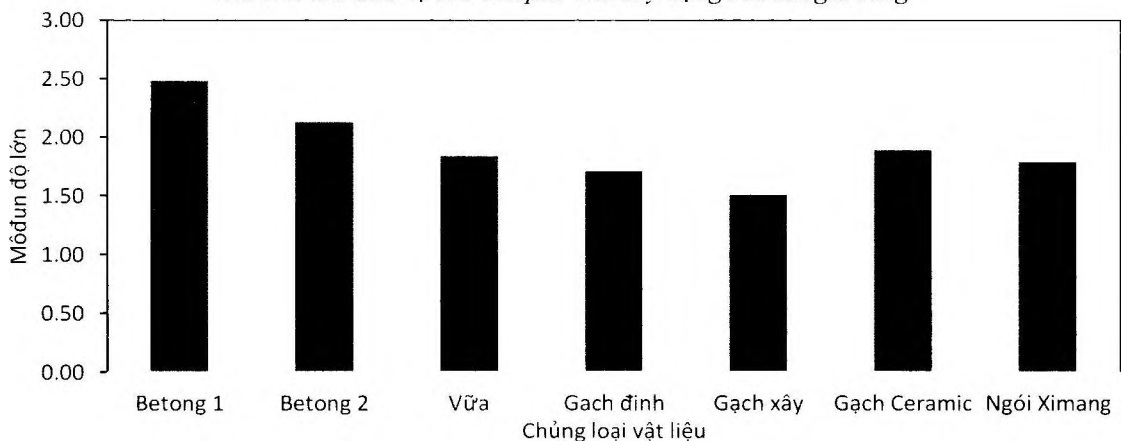
Đối với cỡ sàng 0, 63 mm và 0, 314 mm thì nhóm gạch đĩnh, gạch xây, gạch ceramic và ngói có hàm lượng % tích lũy lần lượt là 28 – 36% và 45 – 57% đạt yêu cầu cho phép của cấp phối hạt mịn.

Tác giả nhận thấy, việc sử dụng phế thải vật liệu xây dựng có nhiều loại vật liệu khác nhau sẽ có sự phân bố thành phần hạt khác nhau.

3.2. Ảnh hưởng hàm lượng hạt mịn và mô đun độ lớn của phế thải xây dựng

Phân tích kết quả tính toán về mô đun độ lớn của nguyên vật liệu phế thải xây dựng có giá trị thay đổi từ 1,5 đến 2,5. Thành phần cấp phối hạt của phế thải bê tông 1, bê tông 2 có mô đun độ lớn nằm trong vùng giá trị 2 - 2,5 như trong hình 3.

Trong khi đó, cấp phối thành phần hạt của vữa, gạch ceramic và ngói xi măng có mô đun độ lớn dao động trong vùng giá trị 1,5 – 2. Cấp phối thành phần hạt của nhóm gạch xây cho kết quả về mô đun độ lớn nhỏ nhất trong các nhóm cốt liệu nhỏ tái chế.

Hình 3. Mô đun độ lớn của phế thải xây dựng sau khi gia công

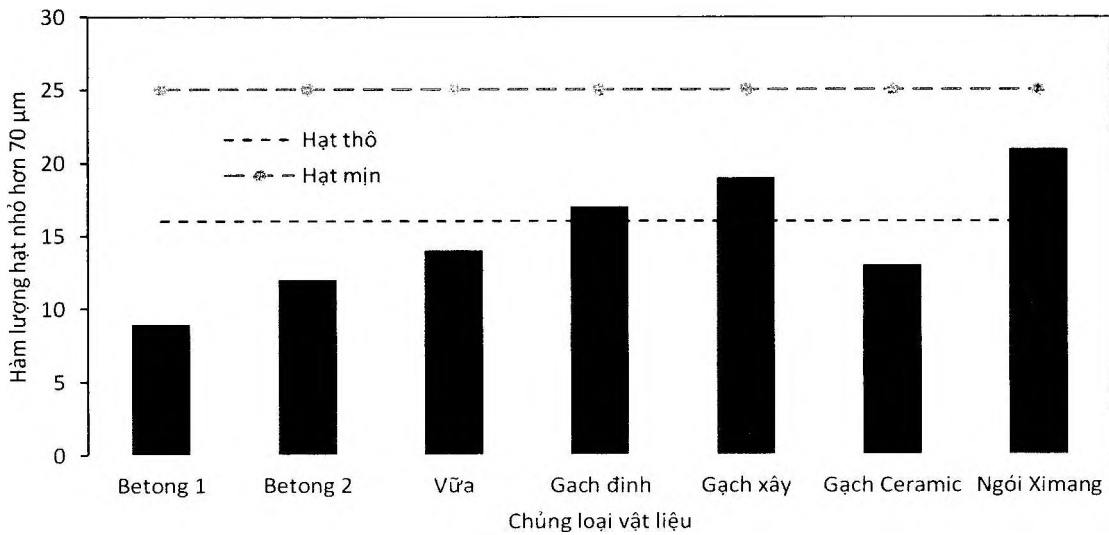
Phân tích kết quả tính toán về mô đun độ lớn của nguyên vật liệu phế thải xây dựng có giá trị thay đổi từ 1,5 đến 2,5. Thành phần cấp phối hạt của phế thải bê tông 1, bê tông 2 có mô đun độ lớn nằm trong vùng giá trị 2 - 2,5 như trong hình 3.

Trong khi đó, cấp phối thành phần hạt của vữa, gạch ceramic và ngói xi măng có mô đun độ lớn dao động trong vùng giá trị 1,5 – 2. Cấp phối thành phần hạt của nhóm gạch xây cho kết quả về mô đun độ lớn nhỏ nhất trong các nhóm cốt liệu nhỏ tái chế.

Trong hình 4, cấp phối thành phần hạt của bê tông 1, bê tông 2, vữa và gạch ceramic cho thấy hàm lượng hạt bụi mịn nhỏ đạt 9 – 14% thỏa mãn yêu cầu về hàm lượng hạt bụi mịn nhỏ hơn 16% theo TCVN 9205-2012 dùng cho cốt liệu nhỏ cấp phối hạt thô.

Cấp phối thành phần hạt của gạch đĩnh, gạch xây và ngói xi măng có hàm lượng bụi mịn dao động từ 17 – 21% thỏa mãn yêu cầu về hàm lượng hạt bụi mịn nhỏ hơn 25% đối với cốt liệu nhỏ cấp phối hạt mịn.

Hình 4. Hàm lượng hạt mịn trong phế thải xây dựng sau khi gia công

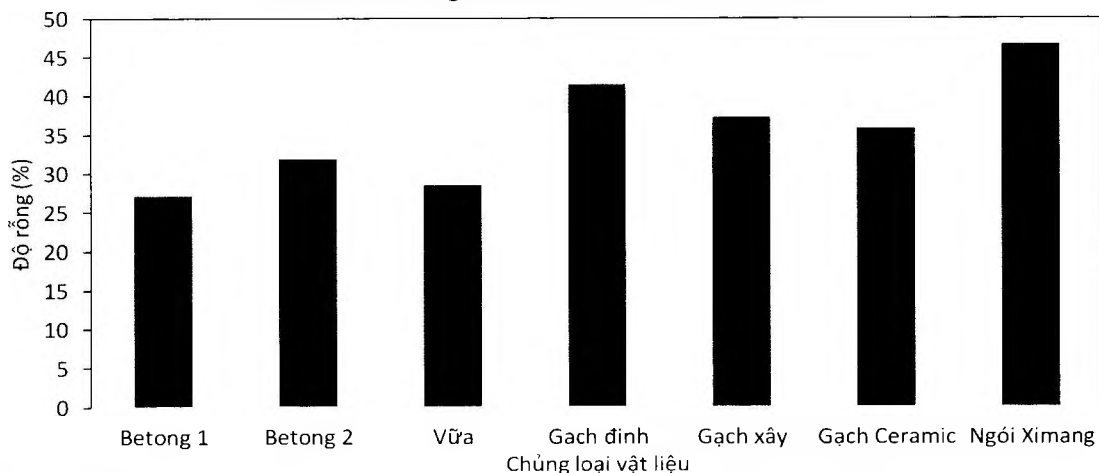


Ta nhận thấy, việc sử dụng nguyên vật liệu phế thải trong xây dựng dùng thay thế cốt liệu nhỏ thì các nhóm cốt liệu nhỏ tái chế có thể phân loại đánh giá theo cấp hạt thô và cấp hạt mịn để dùng trong các yêu cầu khác nhau trong xây dựng.

Nhóm cốt liệu nhỏ tái chế bê tông 1, bê tông 2 và vữa có thể phân loại vào nhóm cốt liệu nhỏ cấp hạt thô còn nhóm cốt liệu nhỏ tái chế gạch đĩnh, gạch xây, gạch ceramic và ngói có thể phân loại vào nhóm cốt liệu nhỏ cấp hạt mịn.

3.3. Ảnh hưởng độ rỗng và độ hút nước của phế thải xây dựng

Hình 5. Độ rỗng của các nhóm cốt liệu nhỏ tái chế

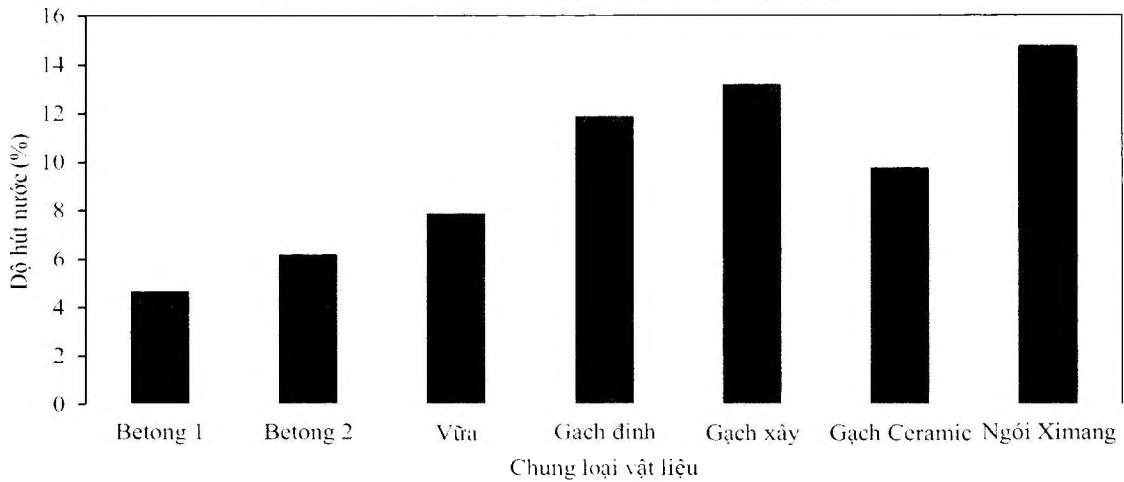


Kết quả trong hình 5 cho thấy độ rỗng của các nhóm bê tông 1, bê tông 2 và vữa có giá trị thay đổi từ 27% đến 32%. Độ rỗng của các nhóm gạch đĩnh, gạch xây, gạch Ceramic và ngói

có giá trị dao động từ 35 – 47%. Độ rỗng của nhóm nay cao hơn đến 1,5 lần so với nhóm bê tông 1, bê tông 2 và vữa.

Kết quả xác định độ hút nước của các phế thải vật liệu xây dựng cho thấy độ hút nước của vật liệu có giá trị từ 4% đến 15% như trên hình 6.

Hình 6. Độ hút nước của cốt liệu phế thải xây dựng



Độ hút nước của gạch đĩnh, gạch xây và ngói xi măng có giá trị cao nhất. Độ hút nước của phế thải vật liệu xây dựng có giá trị cao do hàm lượng hạt mịn sau khi gia công và khả năng giữ nước của vật liệu ban đầu.

4. Kết luận

Bài báo trình bày một số kết quả thực nghiệm trên phế thải xây dựng thay thế cho cốt liệu nhỏ dùng trong xây dựng, một số kết luận được tác giả rút ra như sau:

Cốt liệu nhỏ tái sử dụng từ các nguồn phế thải khác nhau từ các công trình xây dựng được phân loại thành các nhóm cốt liệu khác nhau theo TCVN 9205 – 2012.

Nhóm cốt liệu bê tông 1, bê tông 2 và vữa có thành phần cấp phối hạt phù hợp với cốt liệu nhỏ cấp hạt thô với mô đun độ lớn dao động 1,5 -2.

Nhóm cốt liệu gạch xây, gạch đĩnh, gạch ceramic và ngói xi măng, có thành phần cấp phối hạt phù hợp với cốt liệu nhỏ cấp hạt mịn với mô đun độ lớn dao động 1,0 – 1,5.

Các nhóm cốt liệu nhỏ từ phế thải xây dựng có độ rỗng và độ hút nước cao hơn so với cát xây dựng do đó việc sử dụng phế thải xây dựng cần tính toán lượng nước cần thiết để dùng thay thế trong các vật liệu xây dựng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Mạnh Hùng (2007). *Nghiên cứu sử dụng phế thải phá dỡ công trình làm bê tông và vữa xây dựng*. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học Viện Vật liệu xây dựng.
- [2] Lê Mạnh Hùng (2012). *Hoàn thiện công nghệ tái chế phế thải phá dỡ công trình làm cốt liệu xây dựng*. Báo cáo tổng kết dự án sản xuất thử, thử nghiệm cấp Bộ Xây dựng, Viện Vật liệu Xây dựng, Hà Nội.
- [3] EPA (2018). *Construction and Demolition Debris Generation in the United States*.
- [4] EPA (2020a). *Construction and Demolition Debris Management in the United States*.
- [5] Hansen, T. C. (1992). *Recycling of demolished Concrete and Masonry*, RILEM report 6. London: E & EN Spon, London.
- [6] JICA (2011). *Báo cáo Nghiên cứu quản lý Chất thải rắn tại Việt Nam*.
- [7] Japan International Cooperation Agency (JICA) (2018). *The project for capacity development on inte-grated management of municipal solid waste in Vietnam: final report*. Sustainable System Design Insti-tute, Kokusai Kogyo Co., LTD.
- [8] O'Mahony, M. M. (1990). *Recycling of Materials in civil engineering*. PhD thesis, University of Oxford.

Ngày nhận: 25/03/2021

Ngày duyệt đăng: 02/06/2021