NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG BỌT NHẸ VÀ EPS PHẾ THẢI CỦA CÁC CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG LÀM VẬT LIỆU NHẸ

Study on using light weight foam and waste EPS of construction works as light materials

Nguyễn Văn Nghề[1] và Đỗ Đại Thắng[2]

[1]Trường Đại học Kinh tế Công nghiệp Long An, Long An, Việt Nam
nguyenvannghe2012@gmail.com

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

Tóm tắt — Nghiên cứu sử dụng EPS làm cốt liệu nhẹ kết hợp với vữa và bọt kỹ thuật nhằm chế tạo vật liệu nhẹ. Kết quả thực nghiệm cho thấy sử dụng tro bay với hàm lượng 10 đến 50% kết hợp với phụ gia siêu dẻo làm tăng khả năng làm việc của vữa. Cường độ vữa giảm đến 40% khi hàm lượng tro bay tăng đến 50%. Khi sử dụng chất tạo bọt với hàm lượng từ 1 đến 5% có khả năng kết hợp với vữa làm giảm khối lượng thể tích đến 40%. Cường độ vữa giảm đến 50% khi hàm lượng bọt dùng đến 5%. Hạt EPS với kích thước 10 – 20mm với hàm lượng 10 – 40% kết hợp với vữa nhẹ dùng chất tạo bọt tạo thành vật liệu nhẹ có cường độ từ 2,7 đến 5 Mpa. Hạt EPS tái chế khi kết hợp với vữa nhẹ cho cường độ thấp hơn 5-15% so với các hạt EPS.

Abstract — This study uses EPS as a light weight aggregate combined with mortar and technical foam to make light wieght materials. The experimetal results are shown that using of fly ash with a content of 10 - 50% combined with super plasticizers increases the workability of the mortar. Mortar strength is reduced by up to 40% when fly ash content is increased to 50%. When using a foaming agent with a concentration of 1 - 5%, it is posible to combine with mortar to reduce the volume by 40%. Mortar strength is reduce by up to 50% when the foam content is up to 5%. The strength of light weight materials can be about 2,7 to 5 Mpa by using EPS 10 - 20 mm in range from 10 to 40% by volume. Light weight materials with recycle EPS are shown strength lower than its with EPS about 5 - 15%.

Từ khóa — Bọt kỹ thuật, độ linh động, thời gian chảy, foam, workability.

1. Đặt vấn đề

Trong ngành xây dựng ở nhiều nước trên thế giới và trong khu vực sử dụng phổ biến hai loại công nghệ bê tông nhẹ nhằm thay thế cho vật liệu xây dựng truyền thống như: Vật liệu bê tông khí chưng áp (Autoclaved Aerated Concrete), bê tông bọt khí (Cellular Lightweight Concrete) và bê tông sử dụng các loại cốt liệu nhẹ. Các công nghệ này đều dựa trên nguyên lý đưa bọt khí vào vữa nhằm làm giảm trọng lượng, đồng thời nâng cao chất lượng sản phẩm. Chúng được sử dụng làm khung, sàn, tường cho các nhà nhiều tầng, dùng trong các kết cấu vỏ mỏng, tấm cong, trong cấu tạo các cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn (Nguyễn Văn Phiêu và Nguyễn Văn Chánh, 2010; Kim Huy Hoàng và nhóm cộng sự, 2010; Hoàng Minh Đức, 2017; Nguyễn Công Thắng và nhóm cộng sự, 2018).

Vật liệu EPS (Polystyrene phồng nở) có nhiều nhóm kích thước hạt khác nhau nên việc tạo ra các cấu trúc rỗng tổ ong khác nhau có thể được thực hiện dễ dàng bởi sự phối hợp nhiều cấp hạt. Các nghiên cứu trên thế giới đã sử dụng các hạt EPS làm cốt liệu để chế tạo các vật liệu nhẹ dùng thay thế một phần vật liệu xây dựng truyền thống (Collins, 1998; Sabaa, 1999; Roy, 2005; Miled, 2007).

Việc tận dụng các EPS này cho phép tái sử dụng các phế thải EPS trong các công trình nhằm tăng khả năng sử dụng trong các vật liệu dùng trong xây dựng. Bài báo nghiên cứu sử dụng bọt kỹ thuật kết hợp với các hạt EPS với tỷ lệ khác nhau nhằm chế tạo vật liệu nhẹ dùng trong các công trình xây dựng.

2. Đối tượng nghiên cứu và phương pháp thực nghiệm

2.1. Xi măng

Xi măng được sử dụng là PCB40 có khối lượng riêng 3,07 g/cm^3 và khối lượng thể tích 1,23 g/cm^3 được dùng để nghiên cứu.

2.2. Tro bay

Tro bay loại F phân loại theo ASTM 638 tận dụng từ các nhà máy nhiệt điện có khối lượng riêng là 2,5g/cm^3 và độ mịn thỏa điều kiện 94% lọt qua cỡ sàng 0,08mm.

2.3. Cát nghiền

Cát sông được rửa sạch và có tính chất cơ lý khối lượng riêng 2,56 g/cm^3; khối lượng thể tích 1,41 g/cm^3 được cho vào máy nghiền bi và nghiền mịn đạt kích thước nhỏ hơn 0,63 mm dùng để sản xuất.

2.4. Bọt kỹ thuật và phụ gia

Chất tạo bọt Hydrogen Peroxide (H_2O_2) có khả năng oxi hóa mạnh tạo bọt khí trong nền vữa xi măng, nồng độ 30% được sử dụng. Phụ gia gốc Polycarboxylate được sử dụng có tác dụng làm tăng khả năng linh động của hỗn hợp vữa.

2.5. Hạt xốp EPS

Hạt xốp EPS và EPS phế thải từ các công trình xây dựng có tỷ trọng 7,5 kg/m^3 được sử dụng làm cốt liệu trong hỗn hợp vật liệu nhẹ. Cấp phối hạt EPS (10 - 20) mm được sử dụng.

2.6. Phương pháp thí nghiệm

Xác định độ lưu động, thời gian bắt đầu ninh kết và cường độ chịu nén sau 28 ngày theo TCVN 3121 - 2003. Thành phần cấp phối vật liệu nhẹ dùng bọt kỹ thuật và EPS làm cốt liệu trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Thành phần cấp phối vật liệu nhẹ sử dụng bọt và EPS

Xi măng (%)	Tro bay (%)	Tỷ lệ CKD-C	Bọt (%)	PGSD (%)	EPS (%)	EPS tái chế (%)
100	0	1-3	0	8	-	-
90	10		0	8	-	-
80	20		0	8	-	-
70	30		0	8	-	-
60	40		0	8	-	-
50	50		0	8	-	-
60	40		1	8	-	-
60	40		2	8	-	-
60	40		3	8	-	-
60	40		4	8	-	-
60	40		5	8	-	-
60	40		5	8	10	10
60	40		5	8	20	20
60	40		5	8	30	30
60	40		5	8	40	40

Ghi chú:

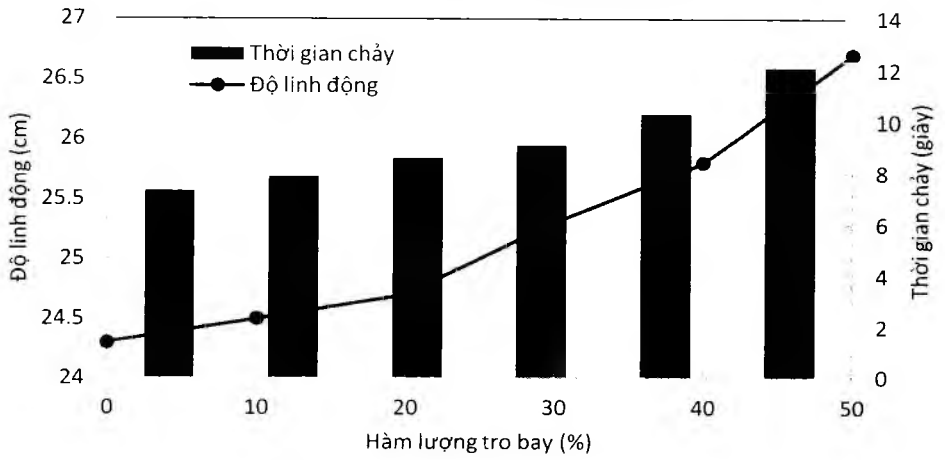
CKD: Chất kết dính xi măng – tro bay.

C: Cát nghiền; PGSD: Phụ gia siêu dẻo.

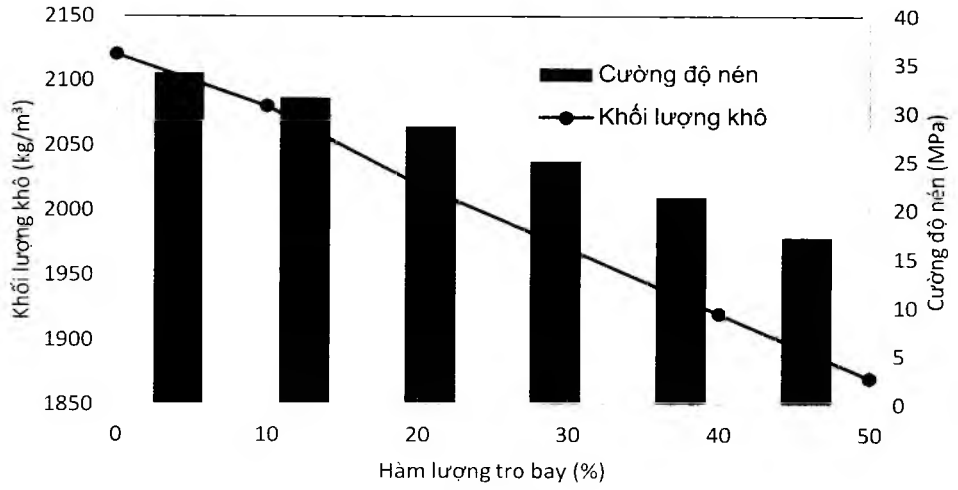
3. Thực nghiệm và đánh giá

3.1. Ảnh hưởng của tro bay và phụ gia đến tính chất của vữa

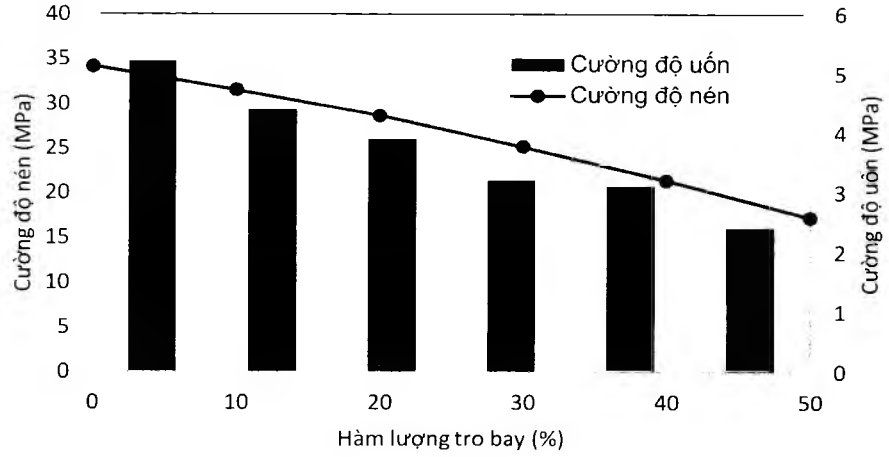
Hình 1. *Mối quan hệ giữa tro bay và tính lưu động của vữa*



Hình 2. *Mối quan hệ giữa tro bay và khối lượng thể tích*



Hình 3. *Ảnh hưởng của tro bay đến cường độ của vữa*



Kết quả thực nghiệm trình bày ảnh hưởng của hàm lượng tro bay và hàm lượng phụ gia đến khả năng linh động của hỗn hợp vữa. Hình 1 cho thấy hàm lượng tro bay sử dụng kết hợp với xi măng từ 10 đến 50% có tác dụng làm tăng khả năng làm việc của vữa nền khoảng 10 -

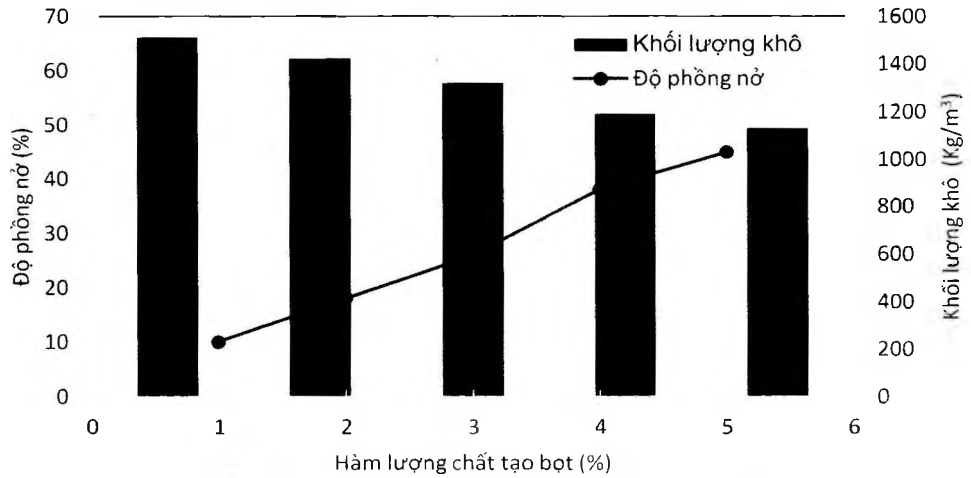
15%. Thời gian chảy của vữa tăng từ 7,3 đến 12 giây. Tác giả nhận thấy, độ linh động của vữa và thời gian chảy có quan hệ tuyến tính theo hàm lượng tro bay sử dụng đến 50%.

Hình 2 trình bày cường độ nén của vữa giảm đến 40% khi hàm lượng tro bay kết hợp với xi măng từ 10 đến 50%. Bên cạnh đó, giá trị khối lượng thể tích cũng có xu hướng giảm dần theo hàm lượng tro bay sử dụng.

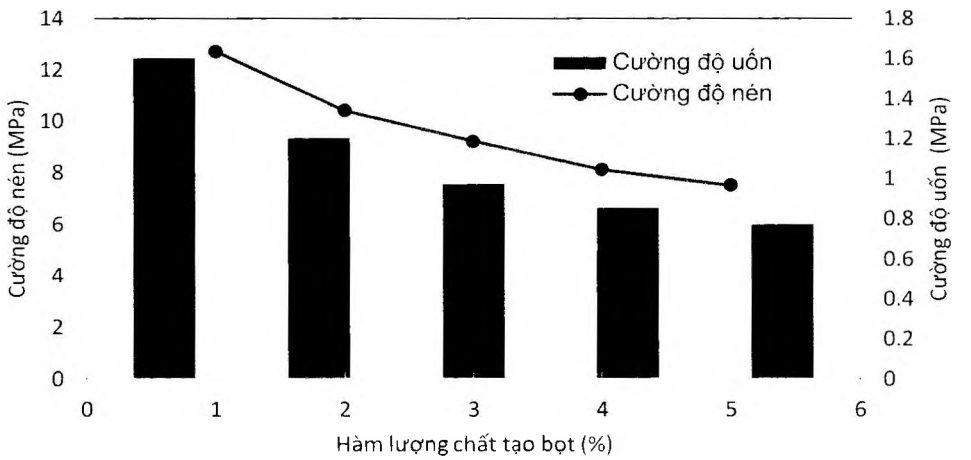
Hình 3 trình bày giá trị cường độ uốn cũng có xu hướng giảm dần theo hàm lượng tro bay sử dụng. Khi hàm lượng tro bay tăng đến 50% thì cường độ uốn giảm đến 50%. Mối quan hệ giữa cường độ nén và cường độ uốn là tuyến tính. Tác giả nhận thấy, tro bay kết hợp phụ gia siêu dẻo làm tăng khả năng làm việc của vữa để tạo điều kiện kết hợp với các hạt EPS có khối lượng thể tích nhỏ.

3.2. Ảnh hưởng của bọt kỹ thuật đến tính chất của vữa

Hình 4. *Mối quan hệ giữa chất tạo bọt và tính lưu động của vữa*



Hình 5. *Ảnh hưởng của chất tạo bọt bay đến cường độ của vữa*

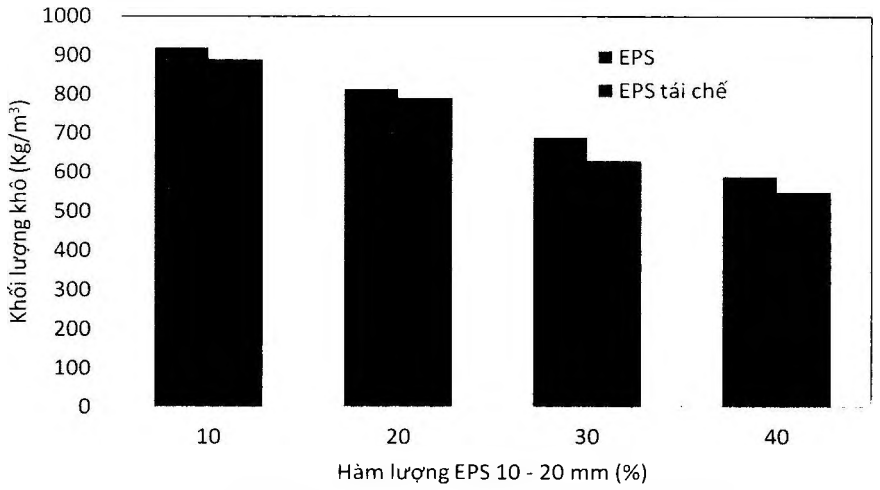


Kết quả thực nghiệm trên Hình 4 cho thấy hàm lượng chất tạo bọt sử dụng từ 1 đến 5% có tác dụng làm tăng khả năng phồng nở của hỗn hợp vữa đến 45%. Đồng thời, hàm lượng chất tạo bọt làm giảm khối lượng thể tích của vữa đến 40%, thay đổi từ 1500 kg/m^3 đến 1100 kg/m^3.

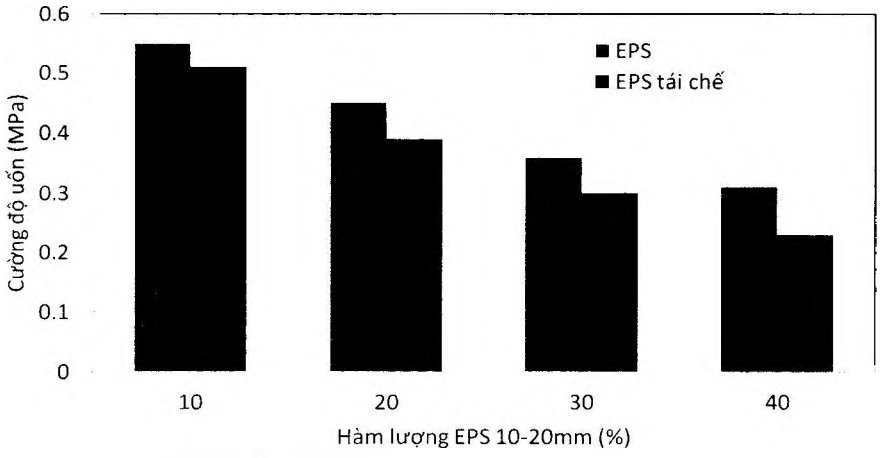
Hình 5 trình bày cường độ nén có xu hướng giảm dần từ 14 Mpa xuống còn 7,5 Mpa khi hàm lượng bọt dùng đến 5%. Cường độ uốn cũng có xu hướng giảm dần từ 1,6 Mpa xuống còn 0,7 Mpa khi tăng hàm lượng bọt đến 5%. Tác giả nhận thấy, chất tạo bọt nhẹ có tác dụng làm giảm khối lượng của vữa tuy nhiên cũng giảm nhanh tính chất cường độ của vữa.

3.3. Ảnh hưởng của thành phần EPS đến tính chất của vật liệu nhẹ

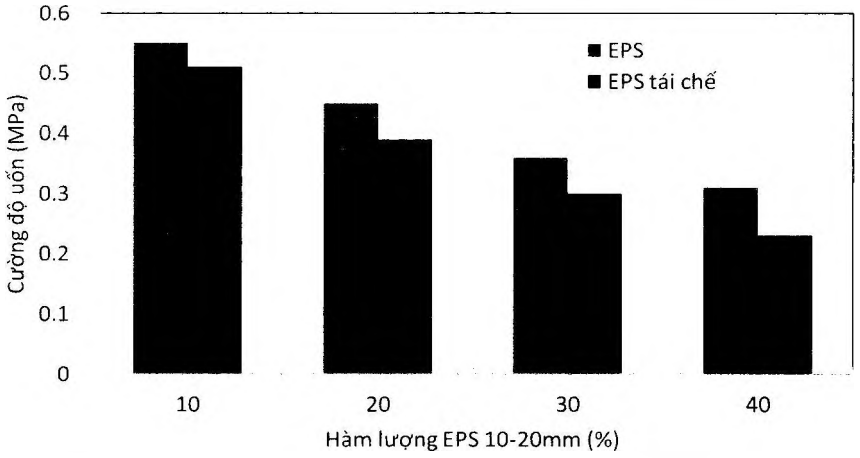
Hình 6. *Mối quan hệ giữa hàm lượng EPS và khối lượng thể tích*



Hình 7. *Mối quan hệ giữa hàm lượng EPS và cường độ nén*



Hình 8. *Mối quan hệ giữa hàm lượng EPS và cường độ uốn*



Kết quả thực nghiệm hình 6 cho thấy khối lượng thể tích của vữa giảm dần từ 900 xuống 590 kg/m3 khi sử dụng hàm lượng hạt EPS từ 10 đến 40%. Khi sử dụng các hạt EPS tái chế có cùng kích thước, khối lượng thể tích của vữa giảm dần từ 890 đến 550 kg/m3.

Tác giả nhận thấy, vữa dùng tro bay và chất tạo bọt có khả năng nhào trộn đều với các hạt EPS, ảnh hưởng của các hạt EPS và EPS tái chế đến khối lượng thể tích có sự khác nhau không đáng kể. Hình 7 cho thấy hàm lượng hạt EPS kích thước 10 - 20 mm ảnh hưởng đến giá trị

cường độ nén của vữa. Khi hàm lượng EPS tăng dần từ 10 đến 40% thì cường độ vữa dùng EPS giảm dần từ 5 đến 2,7 Mpa. Trong khi đó, vữa nhẹ dùng EPS tái chế có cường độ nén giảm từ 4,8 đến 1,8 Mpa.

Hình 8 trình bày giá trị cường độ chịu uốn của vữa nhẹ dùng EPS thay đổi từ 0,55 đến 0,31 Mpa khi hàm lượng EPS tăng dần từ 10 đến 40%. Khi sử dụng EPS tái chế thì cường độ uốn giảm từ 0,51 đến 0,23 Mpa. Tác giả nhận thấy, cường độ của vữa dùng EPS tái chế thấp hơn EPS khoảng 5 đến 15% với cùng hàm lượng sử dụng.

4. Kết luận

Nghiên cứu sử dụng EPS kết hợp với chất tạo bọt nhẹ dùng chế tạo vật liệu nhẹ trình bày một số kết luận được rút ra như sau:

- Sử dụng tro bay với hàm lượng 10 đến 50% kết hợp với phụ gia siêu dẻo làm tăng khả năng làm việc của vữa. Cường độ vữa giảm đến 40% khi hàm lượng tro bay tăng đến 50%. Chất tạo bọt với hàm lượng từ 1 đến 5% có khả năng kết hợp với vữa làm giảm khối lượng thể tích đến 40%. Cường độ vữa giảm đến 50% khi hàm lượng bọt dùng đến 5%.

- Hạt EPS với kích thước 10 - 20mm với hàm lượng 10 - 40% kết hợp với vữa nhẹ dùng chất tạo bọt tạo thành vật liệu nhẹ có cường độ từ 2,7 đến 5 Mpa. Hạt EPS tái chế khi kết hợp với vữa nhẹ cho cường độ thấp hơn 5 - 15% so với các hạt EPS.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Hoàng Minh Đức (2017). Nghiên cứu chế tạo bê tông nhẹ cách nhiệt kết cấu sử dụng hạt polystyrene phồng nở. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng*.

[2] Kim Huy Hoàng và cộng sự (2010). Nghiên cứu tối ưu thành phần của bê tông nhẹ tạo rỗng bằng cốt liệu EPS để sản xuất panel tường và panel sàn dùng cho công trình nhà ở lắp ghép. *Science & Technology Development*, Vol. 13(K3): tr. 14-23.

[3] Nguyễn Văn Phiêu và Nguyễn Văn Chánh (2010). *Công nghệ bê tông nhẹ*. NXB Xây Dựng, Hà Nội.

[4] Nguyễn Duy Hiếu (2010). *Công nghệ bê tông nhẹ cốt liệu nhẹ chất lượng cao*. NXB Xây Dựng, Hà Nội.

[5] Nguyễn Công Thắng và nhóm cộng sự (2018). Nghiên cứu thực nghiệm nâng cao một số tính chất của bê tông nhẹ cốt liệu nhẹ. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng*, Vol. 2,tr. 104-109.

[6] Collins, J.& Ravindrarajah, R. (1998). Temperature development in Concrete with EPS breads. *Paper presented at AUSTCERM 98*, Melbourne, Australia.

[7] Miled, K., Sab, K.& Roy, R.L. (2007). Particle size effect on EPS lightweight concrete compressive strength: Experimental investigation and modelling. *Mechanics of Materials*, 222-240.

[8] Roy, R., Parant, E. & Boulay, C. (2005). Taking into account the inclusions' size in lightweight concrete compressive strength prediction. *Cement and Concrete Research*, 35(4):770-775.

[9] Sabaa, B. & Ravindrarajah, R. (1999). Workability assessment for polystyrene aggregate concrete. *7th Quality Control Congress, Montevideo*, Uruguay.

Ngày nhận: 19/04/2021
Ngày duyệt đăng: 02/06/2021