

Nghiên cứu ảnh hưởng của phương pháp nhiệt và hóa học để xử lý vữa bám dính trên cốt liệu tái chế dùng trong bê tông

Nguyễn Ninh Thụy¹, Võ Thị Tuyết Giang², Lê Anh Tuấn^{2*}

¹ Đại Học Quốc Gia TP. HCM

² Trường Đại Học Bách Khoa, Đại Học Quốc Gia TP. HCM

TỪ KHOÁ	TÓM TẮT
Cốt liệu tái chế Độ sụt Nhiệt độ Dung dịch hóa học Cường độ	Nghiên cứu này sử dụng cốt liệu tái chế thay thế cho cốt liệu lớn trong bê tông với hàm lượng lần lượt là 25, 50, 75 và 100 % theo khối lượng. Nhiệt độ sử dụng thay đổi từ 80, 100, 120 và 140 °C. Dung dịch hóa học HCl và Na ₂ SO ₄ với nồng độ 0,05 – 0,2 Mol/ lít được dùng để xử lý cốt liệu. Thực nghiệm cho thấy cốt liệu tái chế với kích thước khác nhau thay thế trong hỗn hợp bê tông làm giảm độ linh động và cường độ bê tông. Nhóm cốt liệu kích thước 5 – 10 mm làm giảm tính chất của hỗn hợp bê tông rõ rệt hơn so với cốt liệu có kích thước 10 – 20 mm. Sử dụng nhiệt độ từ 80 đến 140 °C có tác dụng làm giảm hàm lượng vữa bám dính trên cốt liệu tái chế 4 – 5 % tùy theo nhóm cốt liệu. Hỗn hợp bê tông có xu hướng cải thiện độ linh động và cường độ khi dùng nhiệt độ đến 1400C cho cốt liệu 10 – 20 mm. Sử dụng dung dịch hóa học có xu hướng giảm hàm lượng vữa bám dính trên cốt liệu 15 – 20% khi nồng độ dung dịch 0,1 – 0,2 Mol/lít tùy theo nhóm cốt liệu. Cường độ bê tông cải thiện đến 15 – 20% với nhóm 5-10 mm và cải thiện đến 30% với nhóm 10-20 mm. Dung dịch HCl có tác dụng rõ rệt trong việc cải thiện tính chất của cốt liệu tái chế dùng trong bê tông.

KEYWORDS

Recycled coarse aggregate
Slump
Temperature
Chemical solution
Strength

ABSTRACT

In this research, recycled coarse aggregate from concrete waste is used in mix proportion in range from 25, 50, 75 and 100% by weight. Recycled coarse aggregates are investigated in diameter 5 – 10 mm and 10 – 20 mm, respectively. Hence, the temperature is investigated in range of 80, 100, 120 and 1400C. Chemical solution with concentration in range from 0.05 to 0.2 Mol/l is mixed. The results are indicated that concrete is tend to decreased in slump and strength with an increase in recycled coarse aggregate in mix proportion. Besides, the affect of recycled coarse aggregate with 5 – 10 mm is more significantly than its with 10 – 20 mm in concrete. The adhered mortar in surface of recycled coarse aggregate can be reduced 4 – 5% with an increase in temperature in range from 80 to 140 °C. Concrete can be improved in slump and strength with temperature up to 140 °C for recycled coars aggregate 10 – 20 mm. Chemical solution can be used to treat coarse aggregate to reduce 15 – 20% in adhered mortar with concentration 0,2 Mol/l. Thus, concrete can be significantly improved in slump and strength by chemical solution. Strength can be increased up to 15 – 20% and 30% in group 5-10 mm and 10-20 mm, respectively. The workability and properties of concrete can be improved by chemical treatment with HCl solution.

1. Giới thiệu

Việc sử dụng cốt liệu tái chế từ nguồn chất thải rắn trong các công trình xây dựng đang được quan tâm trong việc phát triển các thành phố lớn ở Việt Nam. Nguồn chất thải rắn trong xây dựng tạo ra khi thực hiện xây dựng các dự án xây dựng mới, cải tạo mở rộng và trong quá trình chỉnh trang, dỡ bỏ các công trình cũ, không đáp ứng nhu cầu mới. Các loại phế thải xây dựng có nhiều chủng loại khác nhau như kim loại, gỗ, vật liệu vô cơ và các loại khác. Việc tái sử dụng các phế thải rắn trong xây dựng có thể được phân loại theo chủng loại khác nhau và khả năng ứng dụng. Một số vật liệu vô cơ như bê tông, gạch

có khả năng nghiền nhỏ và phân loại để sử dụng trong sản xuất vật liệu dùng trong xây dựng. [1,2]

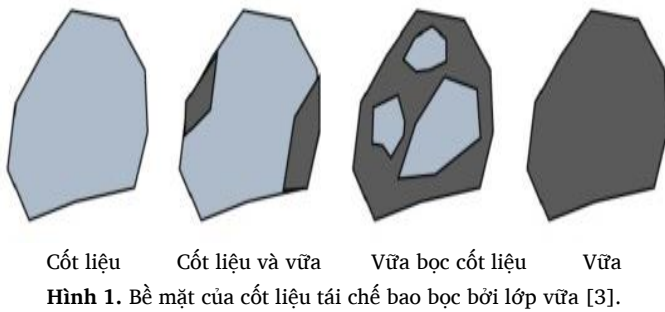
Các cốt liệu tái chế từ nguồn chất thải rắn có khả năng tái sử dụng nhiều là bê tông từ các công trình xây dựng. Vật liệu này thường lẫn các loại đá có kích thước khác nhau, bao bọc bởi lớp vữa từ bê tông nền đã đập, nghiền làm thay đổi tính chất cơ học. Trên bề mặt cốt liệu tái chế sẽ bao gồm các lớp vữa bám dính trên bề mặt, các vết nứt do quá trình gia công trước đó, bề mặt chuyển tiếp của cốt liệu và nền vật liệu cũ, ngoài ra còn có các lỗ rỗng tạo ra giữa các cốt liệu khi bao bọc bởi lớp vữa cũ. Do đó, sự tương tác của bề mặt của cốt liệu tái chế sẽ

*Liên hệ tác giả: latuan@hcmut.edu.vn

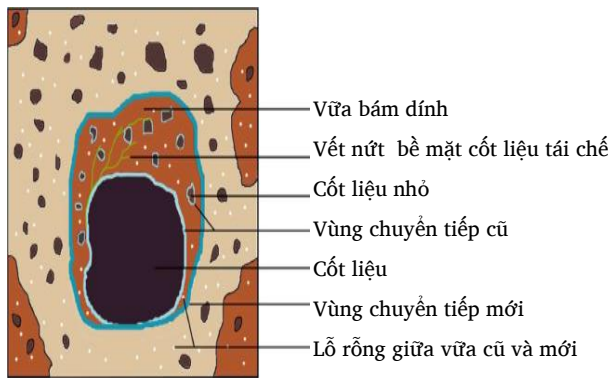
Nhận ngày 22/08/2023, sửa xong ngày 07/11/2023, chấp nhận đăng 14/11 /2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.06.2023.398>

tác động đến khả năng liên kết của cốt liệu khi tái sử dụng, giảm khả năng làm việc trong hệ vật liệu mới. [3, 4]



Cốt liệu Cốt liệu và vữa Vữa bọc cốt liệu Vữa
Hình 1. Bề mặt của cốt liệu tái chế bao bọc bởi lớp vữa [3].



Hình 2. Cấu trúc trên bề mặt của cốt liệu tái chế [4].

Nhằm tăng cường khả năng tái sử dụng của cốt liệu tái chế thì các nghiên cứu đã đưa ra giải pháp xử lý bề mặt của cốt liệu bằng giải pháp xử lý vữa bám dính trên bề mặt cốt liệu. Các phương pháp có thể sử dụng bằng cách dùng phương pháp vật lý hoặc hóa học. Khi dùng phương pháp vật lý thì sử dụng các tác động cơ học, nhiệt, điện hoặc nước để bóc tách lớp vữa bám dính. Đối với phương pháp hóa học có thể dùng các dung dịch hóa học để phản ứng tác lớp vữa bám dính trên bề mặt cốt liệu. [5, 6, 7]

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp nhiệt và phương pháp hóa học để đánh giá khả năng xử lý vữa bám dính trên bề mặt cốt liệu tái chế, qua đó đánh giá các tính chất của bê tông sử dụng cốt liệu tái chế.

2. Nguyên vật liệu và phương pháp thí nghiệm

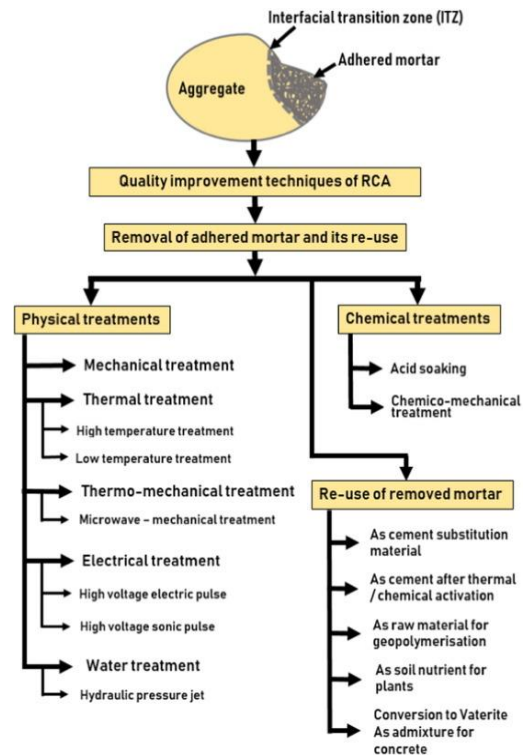
2.1. Nguyên vật liệu

2.1.1. Xi măng

Xi măng PCB40 được sử dụng trong nghiên cứu có khối lượng riêng 3,17 g/cm³, khối lượng thể tích 1550 kg/m³. Tính chất cơ lý của xi măng được trình bày trong Bảng 1.

2.1.2. Cát

Cát được sử dụng trong nghiên cứu có khối lượng riêng 2,62 g/cm³; khối lượng thể tích 1520 kg/m³ và mô đun độ lớn 1,78.



Hình 3. Các phương pháp dùng xử lý vữa bám dính trên cốt liệu tái chế [5].

Bảng 1. Tính chất cơ lý của xi măng.

Chỉ tiêu cơ lý	Đơn vị	Giá trị
Cường độ nén	N/mm ²	
	3 ngày	26
	7 ngày	34
	28 ngày	44
Khối lượng riêng	g/cm ³	3,08
Độ mịn Blaine	cm ² /g	3760
Lượng nước yêu cầu	%	27,5
Thời gian ninh kết	Phút	
	Bắt đầu	130
	Kết thúc	165
Khối lượng tự nhiên	kg/m ³	1250

2.1.3. Đá

Đá được sử dụng trong nghiên cứu có Dmax 20mm và 10mm, khối lượng riêng 2,73 g/cm³.

2.1.4. Cốt liệu tái chế

Cốt liệu tái chế được sử dụng có nguồn gốc từ bê tông phá dỡ từ các công trình được cho vào máy đập nghiền và phân loại thành nhóm TC1 và TC2 có kích thước 10-20 mm và 5-10 mm. Tính chất cơ lý của cốt liệu tái chế từ bê tông được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Thành phần của cốt liệu tái chế.

Tính chất	Đơn vị	TC1	TC2
Thành phần hạt	mm	5-10	10-20
Độ hút nước	%	6,4	5,9
Hàm lượng vữa bám dính	%	35,7	32,5
Khối lượng thể tích	Kg/m ³	1370	1320
Khối lượng riêng	g/m ³	2,67	2,67

Bảng 3. Thành phần bê tông sử dụng cốt liệu tái chế.

Cấp phối	XM	C	Đ	TC	N
	kg	Kg	Kg	Kg	Lít
A0	375	670	1180	0	225
A1	375	670	885	295	225
A2	375	670	590	590	225
A3	375	670	295	885	225
A4	375	670	0	1180	225

XM: xi măng; C: cát; Đ: Đá; TC: Cốt liệu tái chế; N: nước

Thành phần cốt liệu tái chế từ bê tông phế thải được xử lý lớp vữa bám dính bằng phương pháp nhiệt và phương pháp hóa học.

Phương pháp nhiệt: Cốt liệu tái chế TC1 và TC2 được xử lý bằng cách sấy trong lò sấy có nhiệt độ lần lượt là 80, 100, 120 và 140 °C trong thời gian 24 giờ, sau đó được làm nguội đến nhiệt độ phòng trong 24 giờ.

Phương pháp hóa học: Cốt liệu tái chế TC1 và TC2 xử lý bằng cách ngâm trong dung dịch hóa học HCl, Na₂SO₄ với nồng độ khác nhau trong thời gian 24 giờ với nhiệt độ phòng. Sau đó cốt liệu tái chế đã xử lý trong được rửa sạch và để khô ở nhiệt độ phòng trong 24 giờ. Cốt liệu sau khi xử lý sẽ được tách lớp vữa bám dính trên cốt liệu bằng cách dùng máy Los Angeles với thời gian 10 phút với tốc độ quay 30 vòng / phút. Sau đó, hỗn hợp cốt liệu sẽ được cho qua sàng 5 mm để xác định lượng vữa bám dính được tách ra khỏi bề mặt cốt liệu.

Cốt liệu được định lượng và thay thế cho thành phần đá trong cấp phối bê tông và được xác định các tính chất của hỗn hợp bê tông. Độ sụt của hỗn hợp bê tông được xác định theo TCVN 3106-1993. Cường độ bê tông sử dụng cốt liệu tái chế được xác định theo TCVN 5574-2018.

3. Kết quả thực nghiệm

3.1. Ảnh hưởng của cốt liệu tái chế chưa xử lý đến tính chất của bê tông

2.1.5. Dung dịch hóa học xử lý cốt liệu

Dung dịch HCl và Na₂SO₄ dùng để xử lý bề mặt của cốt liệu tái chế có nồng độ sử dụng lần lượt 0,05 đến 0,2 Mol/lít.

2.2. Thành phần cấp phối và phương pháp thực nghiệm

Thành phần cấp phối của bê tông được thiết kế theo TCVN 5574-2018 với cấp độ bền B25. Thành phần cốt liệu tái chế thay thế cho đá trong cấp phối bê tông với tỷ lệ lần lượt là 25, 50, 75 và 100% theo khối lượng. Thành phần cấp phối bê tông sử dụng cốt liệu tái chế được trình bày trong Bảng 3.

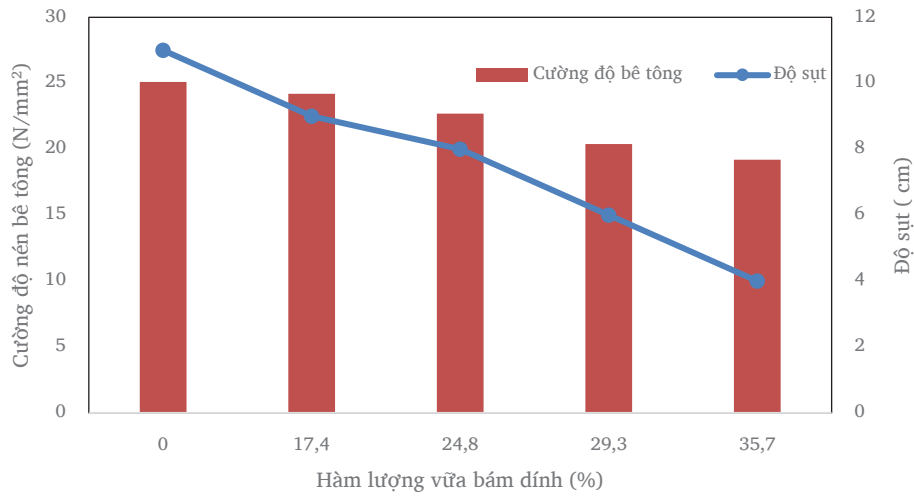
Thành phần cốt liệu tái chế chưa xử lý được sử dụng thay thế cho đá trong thành phần cấp phối bê tông, kết quả thực nghiệm trình bày trong Hình 4 và 5.

Khi sử dụng cốt liệu tái chế trong bê tông, thực nghiệm cho thấy độ sụt của hỗn hợp bê tông có xu hướng giảm dần khi tăng dần tỷ lệ thay thế trong cấp phối. Hình 4 cho thấy độ sụt giảm 65% khi hàm lượng cốt liệu tái chế có Dmax 10mm thay thế hoàn toàn. Cường độ chịu nén của bê tông dùng cốt liệu tái chế cũng cho thấy cường độ giảm đến 25 % khi tăng dần hàm lượng thay thế.

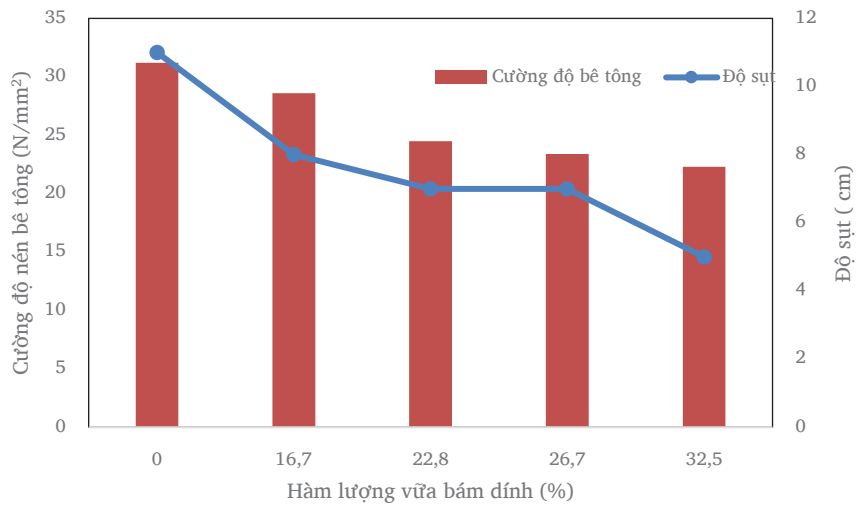
Hình 5 trình bày độ sụt của hỗn hợp bê tông cũng có xu hướng giảm đến 55 % và cường độ nén giảm khoảng 30 % khi sử dụng cốt liệu tái chế Dmax 20mm thay thế hoàn toàn thành phần đá trong cấp phối. Thực nghiệm cho thấy thành phần cốt liệu tái chế càng nhiều thì hàm lượng vữa bám dính trên cốt liệu tăng dần, ảnh hưởng đến tính chất của bê tông. Ta nhận thấy, tính chất của bê tông khi sử dụng cốt liệu tái chế có sự giảm về khả năng linh động và cường độ chịu nén.

3.2. Ảnh hưởng của phương pháp nhiệt dùng xử lý cốt liệu tái chế và tính chất của bê tông

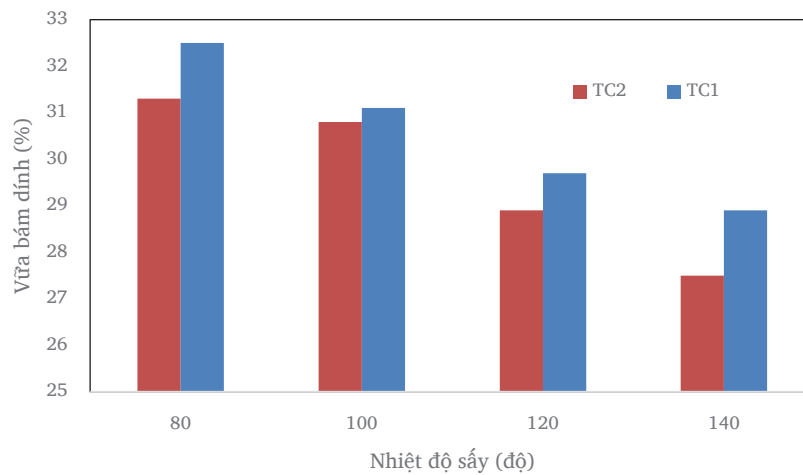
Cốt liệu tái chế được sử dụng phương pháp nhiệt để xử lý giảm hàm lượng vữa bám dính bề mặt và sử dụng trong cấp phối A4. Tính chất của hỗn hợp bê tông được trình bày trong Hình 6 và 7.



Hình 4. Mối quan hệ giữa cốt liệu tái chế Dmax10mm và tính chất của bê tông.



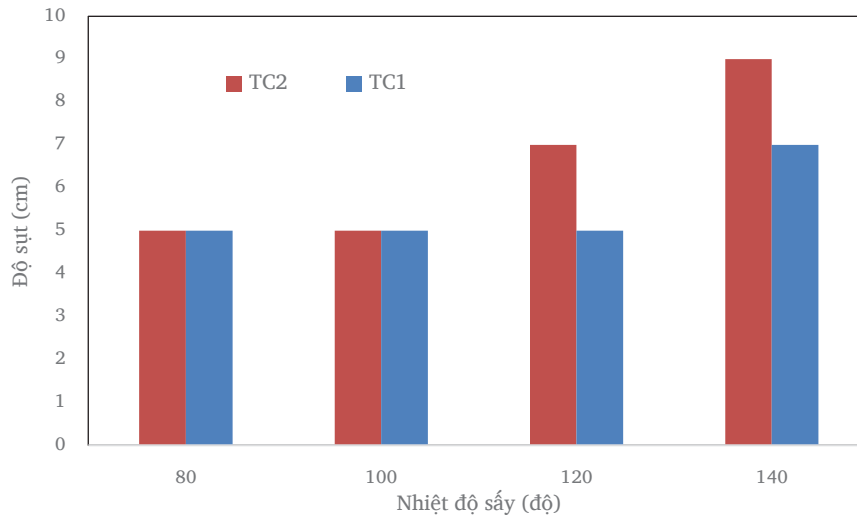
Hình 5. Mối quan hệ giữa cốt liệu tái chế Dmax 20mm và tính chất của bê tông.



Hình 6. Mối quan hệ giữa nhiệt độ xử lý và vữa bấp dính.

Quá trình sử dụng nhiệt độ trên bề mặt cốt liệu tái chế cho thấy hàm lượng vữa bám dính có xu hướng giảm dần theo nhiệt độ. Hình 6 cho thấy cấp phối dùng TC1 có hàm lượng vữa bám dính giảm từ 33

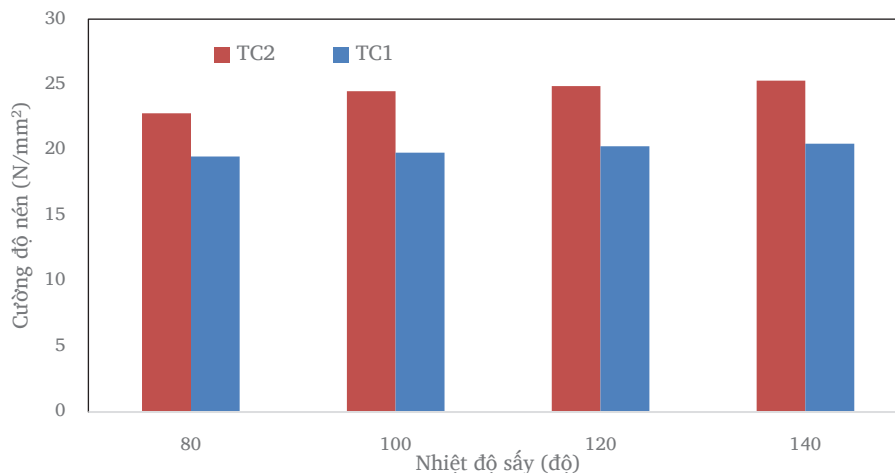
xuống 29% khi nhiệt độ tăng dần từ 80 đến 140°C. Cấp phối dùng TC2 có hàm lượng vữa bám dính giảm dần từ 32 xuống còn 27% khi tăng nhiệt độ đến 140 °C.



Hình 7. Mối quan hệ cốt liệu tái chế với nhiệt độ khác nhau và độ sụt bê tông.

Độ linh động của hỗn hợp bê tông có xu hướng thay đổi tăng dần theo nhiệt độ dùng xử lý cốt liệu tái chế. Hình 7 cho thấy nhiệt độ 80 – 100°C có làm thay đổi hàm lượng vữa bám dính cho nhóm TC1 và TC2 nhưng chưa có tác dụng cải thiện độ linh động của hỗn hợp bê tông.

Khi tăng nhiệt độ đến 120 và 140°C thì hỗn hợp bê tông dùng cốt liệu TC2 cho độ sụt tăng dần trong khi đó cấp phối dùng TC1 chỉ thay đổi độ sụt với nhiệt độ xử lý 140°C.

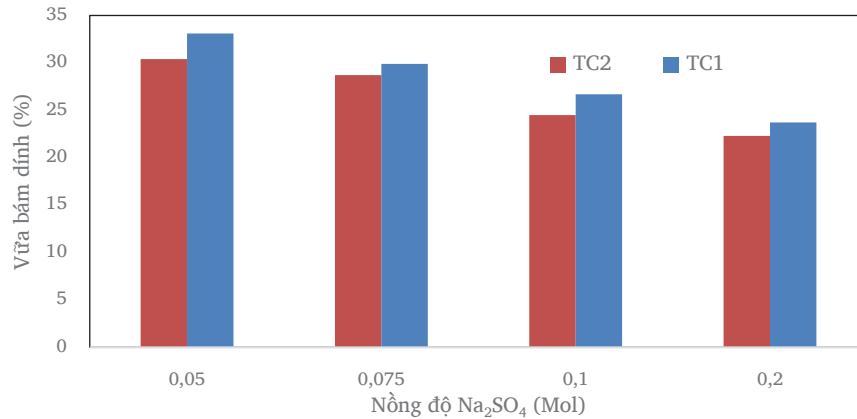


Hình 8. Mối quan hệ cốt liệu tái chế với nhiệt độ khác nhau và cường độ bê tông.

Thực nghiệm cường độ chịu nén của bê tông tái chế thể hiện cường độ bê tông có xu hướng được cải thiện khi thay đổi nhiệt độ dùng xử lý cốt liệu. Hình 8 cho thấy cường độ bê tông hầu như không thay đổi với cốt liệu TC1 khi nhiệt độ dùng đến 120°C và tăng khoảng 5% khi nhiệt độ dùng đến 140°C. Cấp phối dùng cốt liệu TC2 cho thấy cường độ tăng khoảng 10% khi nhiệt độ thay đổi 80 – 120°C và tăng đến 15% khi nhiệt độ dùng đến 140°C. Ta nhận thấy, quá trình sử dụng

nhiệt để xử lý vữa bám dính bề mặt cốt liệu tái chế hầu như ít tác dụng với nhóm cốt liệu TC1 và cần nhiệt độ lớn hơn 120°C đối với nhóm TC2 để cải thiện độ linh động và tính chất cường độ của bê tông.

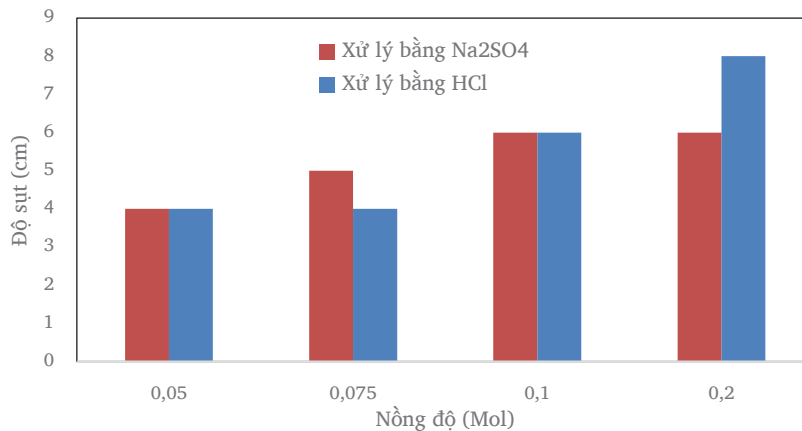
3.3. Ảnh hưởng của dung dịch hóa học xử lý bề mặt của cốt liệu tái chế và tính chất của bê tông



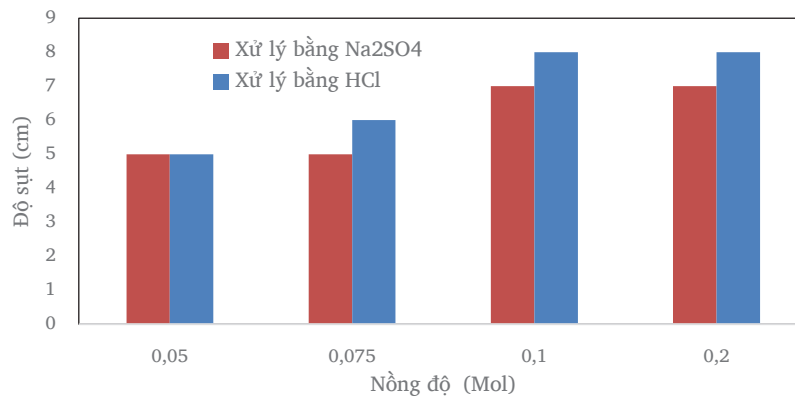
Hình 10. Mối quan hệ dung dịch Na₂SO₄ và vữa bám dính.

Sử dụng dung dịch hóa học trong xử lý hàm lượng vữa bám dính bề mặt cốt liệu cho thấy xu hướng thay đổi theo nồng độ dung dịch. Hình 9 thể hiện hàm lượng vữa bám dính giảm dần còn 29,3 % và 22,8 % đối với nhóm TC1 và TC2 khi dùng nồng độ 0,05 Mol của dung dịch HCl. Hàm lượng vữa có xu hướng giảm dần, đạt 18,7 % và 14,5 % cho cấp phối TC1 và TC2 với nồng độ HCl 0,1 Mol. Hàm lượng vữa bám dính có xu hướng không thay đổi nhiều khi tăng tiếp nồng độ HCl 0,2 Mol, đạt 17,8 % và 14,5 % cho TC1 và TC2.

Hình 10 trình bày kết quả thực nghiệm hàm lượng vữa bám dính của cốt liệu TC1 giảm dần từ 33,1 % xuống còn 23,7 % khi nồng độ Na₂SO₄ tăng dần từ 0,05 đến 0,2 Mol. Cốt liệu TC2 cho thấy hàm lượng vữa giảm dần từ 30 % xuống còn 22,3% khi nồng độ Na₂SO₄ tăng dần đến 0,2 Mol. Sự thay đổi nồng độ dung dịch Na₂SO₄ cho thấy hàm lượng vữa bám dính có xu hướng tiếp tục giảm.



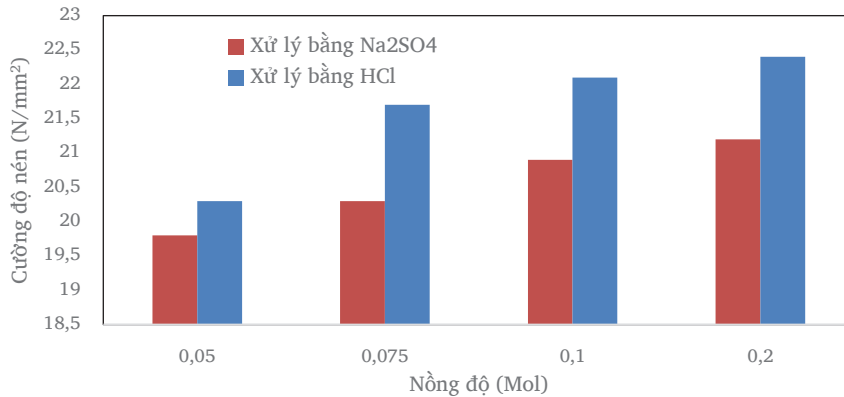
Hình 11. Mối quan hệ nồng độ dung dịch hóa học và độ sụt với cốt liệu TC1.



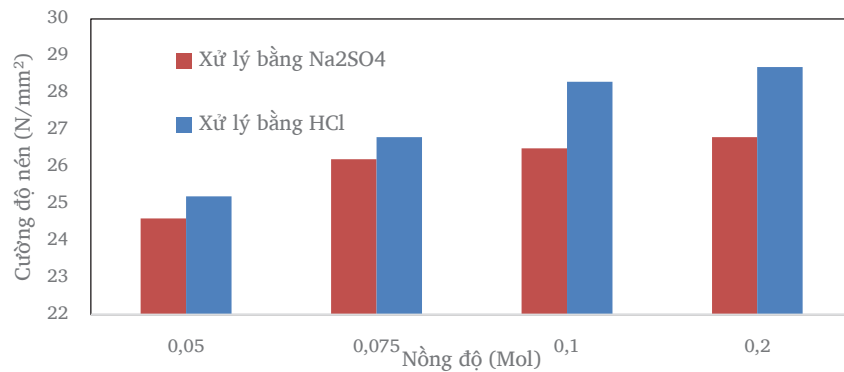
Hình 12. Mối quan hệ nồng độ dung dịch hóa học và độ sụt với cốt liệu TC2.

Thực nghiệm cho thấy độ linh động của hỗn hợp bê tông có sự thay đổi khi dùng dung dịch hóa học để xử lý vữa bám dính trên cốt liệu. Hình 11 thể hiện độ sụt của bê tông dùng cốt liệu TC1 được cải thiện đáng kể khi dùng dung dịch HCl với nồng độ lớn hơn 0,1 Mol. Trong khi đó dung dịch Na₂SO₄ cần nồng độ 0,1 Mol, nếu tăng nồng độ hơn thì độ sụt có xu hướng không cải thiện thêm. Hình 12 thể hiện độ

sụt của bê tông dùng cốt liệu TC2 có xu hướng cải thiện rõ rệt theo nồng độ dung dịch. Độ sụt của hỗn hợp bê tông được cải thiện tốt khi sử dụng dung dịch HCl và Na₂SO₄ nồng độ 0,1 Mol. Nồng độ dung dịch tăng thêm cho thấy không tác dụng đến việc cải thiện độ linh động của hỗn hợp bê tông.



Hình 13. Mối quan hệ nồng độ dung dịch hóa học và cường độ nén bê tông với cốt liệu TC1.



Hình 14. Mối quan hệ nồng độ dung dịch hóa học và cường độ nén bê tông với cốt liệu TC2.

Cường độ bê tông cũng cho thấy xu hướng được cải thiện khi dùng phương pháp hóa học để xử lý bề mặt. Hình 13 trình bày cường độ bê tông của cốt liệu TC1 đạt đến 21 N/mm², tăng khoảng 15 % khi dùng dung dịch Na₂SO₄ và tăng đến 22,4 N/mm², tăng khoảng 20% khi dùng dung dịch HCl dùng đến 0,2 Mol. Thực nghiệm với cốt liệu TC2 thể hiện trong Hình 14 trình bày cường độ bê tông đạt đến 26,8 N/mm², tăng khoảng 25 % khi dùng dung dịch Na₂SO₄ và tăng đến 28,7 N/mm², tăng khoảng 25 % khi dùng dung dịch HCl dùng đến 0,2 Mol. Tuy Bên cạnh đó, dung dịch HCl và Na₂SO₄ có nồng độ 0,2 Mol cho thấy sự cải thiện cường độ không nhiều.

4. Kết luận

Nghiên cứu sử dụng phương pháp nhiệt và phương pháp hóa học để xử lý vữa bám dính trên bề mặt cốt liệu tái chế dùng trong bê tông đạt được các kết quả sau:

- Độ sụt và cường độ của bê tông sử dụng cốt liệu tái chế chưa xử lý có xu hướng giảm nhanh khi tăng dần hàm lượng sử dụng từ 25 đến 100 % thay thế cho đá trong thành phần cấp phối. Cốt liệu tái chế có kích thước 5 - 10 mm cho thấy làm giảm độ linh động và cường độ bê tông nhiều hơn cốt liệu có kích thước 10 - 20 mm.

- Sử dụng nhiệt độ từ 80 đến 140°C có tác dụng làm giảm hàm lượng vữa bám dính trên cốt liệu tái chế 4 - 5% tùy theo nhóm cốt liệu. Hỗn hợp bê tông có xu hướng cải thiện độ linh động và cường độ khi dùng nhiệt độ đến 140°C cho cốt liệu 10 - 20 mm.

- Sử dụng dung dịch hóa học có xu hướng giảm hàm lượng vữa bám dính trên cốt liệu 15 - 20% khi nồng độ dung dịch 0,1 - 0,2 Mol/lít tùy theo nhóm cốt liệu. Hỗn hợp bê tông có khả năng cải thiện độ linh động rõ rệt khi xử lý bằng dung dịch hóa học. Cường độ bê tông cải thiện đến 15 - 20% với nhóm TC1 và cải thiện đến 30% với nhóm TC2. Dung dịch HCl có tác dụng rõ rệt trong việc cải thiện tính chất của cốt liệu tái chế dùng trong bê tông.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số C2021-76-02.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Ngân, N. V. C., Hiếu, H. T., Hậu, N. T., & Ánh, N. V. , “Nghiên cứu tận dụng rác thải nhựa gia công bê tông làm vật liệu xây dựng”. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 2017, (49), 41-46.
- [2]. Kiên, T., Phát, N., Hanh, P., & Sáng, L., “Nghiên cứu chế tạo gạch không nung và vữa từ phế thải công nghiệp phục vụ phát triển bền vững”. *Tạp Chí Khoa Học Công Nghệ Xây Dựng (KHCNXD) - ĐHXDHN*, 2017,11(1), 3-10.
- [3]. JeonghyunKim, “Influence of quality of recycled aggregates on the mechanical properties of recycled aggregate concretes: An overview”, *Construction and Building Materials*, Volume 328, 18 April 2022, 127071.
- [4]. Bo Wang et. al., “A Comprehensive Review on Recycled Aggregate and Recycled Aggregate Concrete”, *Resources, Conservation and Recycling*, 2022, Volume 171, 105565.
- [5]. Vivian W.Y. Tam et. al., “Quality improvement of recycled concrete aggregate by removal of residual mortar: A comprehensive review of approaches adopted”, *Construction and Building Materials*, Vol. 288, 123066.
- [6]. Abbijit Mistri, et. al., “A review on different treatment methods for enhancing the properties of recycled aggregates for sustainable construction materials”, *Construction and Building Materials*, 2020, Vol. 233, 117894.
- [7]. Ashraf A.Bahraq, et. al., “A review on treatment techniques to improve the durability of recycled aggregate concrete: Enhancement mechanisms, performance and cost analysis”, *Journal of Building Engineering*, 2022, Volume 55, 104713.