

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG TRO BÃ MÍA ĐỂ THAY THẾ MỘT PHẦN XI MĂNG TRONG SẢN XUẤT BÊ TÔNG

Nguyễn Đức Minh

Khoa Khoa học cơ bản, Trường Đại học Quảng Bình

Tác giả liên hệ: minhnd@quangbinhuni.edu.vn

Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 17/09/2020; Ngày nhận chỉnh sửa: 08/10/2020; Ngày duyệt đăng: 22/04/2021

Tóm tắt

Trong bài báo này, chúng tôi muốn đề cập đến việc sử dụng tro bã mía để thay thế xi măng trong quá trình sản xuất bê tông nhằm nâng cao chất lượng bê tông và giảm ô nhiễm môi trường. Bã mía sau khi được làm sạch sấy khô và nung ở 750°C trong khoảng thời gian 3h thì tạo thành tro bã mía. Kết quả phân tích tro bã mía bằng phương pháp huỳnh quang tia X (XRF) cho thấy một số chất có hàm lượng cao như SiO_2 là 24,4%, K_2O là 36,18% và CaO là 14,98%. Trong nghiên cứu này, tỉ lệ thay thế xi măng bằng tro bã mía lần lượt là 0%, 2,0%, 4,5%, 6,5%, 9,0%, 11,5% và 13,5%. Kết quả cho thấy với các tỉ lệ thay thế xi măng bằng tro bã mía khác nhau đều làm tăng cường độ nén của bê tông sau 28 ngày, trong đó tỉ lệ 4,5% cho cường độ nén cao nhất (74 N/mm^2) tăng 3,5 lần so với mẫu không sử dụng tro bã mía để thay thế xi măng.

Từ khóa: Bê tông, cường độ nén, tro bã mía.

STUDYING THE USE OF BAGASSE ASH AS PARTIAL REPLACEMENT OF CEMENT IN CONCRETE PRODUCTION

Nguyen Duc Minh

Faculty of General sciences, Quang Binh University

Corresponding author: minhnd@quangbinhuni.edu.vn

Article history

Received: 17/09/2020; Received in revised from: 08/10/2020; Accepted: 22/04/2021

Abstract

In this study, we present the use of bagasse ash to partially replace cement in concrete production to improve concrete quality and reduce environmental pollution. Sugar cane bagasse was cleaned and dried at 750°C for 3 hours for bagasse ash afterwards. On analysing bagasse ash by X-ray fluorescence method (XRF), it showed that the high contents of SiO_2 , K_2O and CaO were 24.4%, 36.18% and 14.98%, respectively. This study replaced cement with bagasse ash of 0.0, 2.0, 4.5, 6.5, 9.0, 11.5 and 13.5 %, respectively. The results indicate that the compressive strength of concrete after 28 days increased with different rates of bagasse ash replacement, of which the 4.5% replacement gave the highest compressive strength (74 N/mm^2), i.e. increasing 3.5 times compared with 100% cement concrete.

Keywords: Concrete, compressive strength, bagasse ash.

DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.10.3.2021.870>

Trích dẫn: Nguyễn Đức Minh. (2021). Nghiên cứu sử dụng tro bã mía để thay thế một phần xi măng trong sản xuất bê tông. *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 10(3), 77-83.

1. Giới thiệu

Ngày nay, nhu cầu sử dụng xi măng ngày càng phổ biến và tăng mạnh. Trong năm 2018, lượng xi măng sản xuất tại nước ta ước được khoảng 80 triệu tấn. Trong quá trình sản xuất xi măng, một lượng lớn khí CO₂ được thải ra môi trường, gây ô nhiễm môi trường, hiệu ứng nhà kính và hiện tượng nóng lên toàn cầu. Một số báo cáo cho rằng khoảng 5% tổng phát thải khí nhà kính trên toàn cầu là do quá trình sản xuất xi măng (Shafiq và cs., 2016). Vì vậy, nhu cầu tìm kiếm vật liệu thay thế cho xi măng nhưng không làm thay đổi tính chất của nó đang là ưu tiên hàng đầu ở trong và ngoài nước. Một số loại vật liệu được đề xuất để thay thế một phần xi măng như tro bay, tro trấu, xỉ, cao lanh... (Nguyễn Công Thắng, 2013; Ngô Văn Toàn, 2014). Bên cạnh đó, xi măng lại là một trong những thành phần chính của bê tông và góp phần tạo sự đông kết cho bê tông. Do đó, trong quá trình sản xuất bê tông ta có thể thay thế một phần xi măng bằng một loại vật liệu khác nhưng không làm thay đổi khả năng chịu lực, độ nén của bê tông và không gây ảnh hưởng đến môi trường đang là xu hướng mà nhiều nhà khoa học đang quan tâm.

Bã mía là một chất thải rất phổ biến, có giá trị thấp và thường được sử dụng để làm chất đốt, sản xuất một lượng nhỏ ancol, lên men làm thức ăn chăn nuôi gia súc hay để phân hủy tự nhiên... (Nguyễn Thị Thu Phương, 2018; Phương Thanh Vũ và cs., 2015). Trong bã mía chứa lượng lớn cacbohydrat và một số chất vô cơ. Khi nung nóng từ 700 - 900°C, bã mía chuyển thành tro với thành phần chủ yếu của nó gồm SiO₂, Fe₂O₃, CaO, MgO, K₂O, SO₃ trong đó thành phần chính là SiO₂ chiếm khoảng 75%. Với thành phần như vậy, chúng khá tương đồng với thành phần của xi măng và có thể làm nguyên liệu thay thế tốt cho xi măng.

Tại Việt Nam, sản lượng mía hàng năm đạt khoảng 20 triệu tấn và thải ra một lượng bã mía rất lớn. Tuy nhiên vẫn còn rất ít công trình nghiên cứu về việc sử dụng tro bã mía. Nguyễn Thị Thu Phương (2018) đã nghiên cứu sử dụng

tro bã mía trong sản xuất gạch Ceramic và cho rằng, khi thay thế feldspat (20%) bằng tro bã mía cũng không thay đổi các chỉ tiêu nghiên cứu của gạch Ceramic. Bên cạnh đó, trên thế giới đã có nhiều công trình nghiên cứu về tro bã mía và việc sử dụng tro bã mía để thay thế một phần xi măng (Lathamaheswari và cs., 2017; Gopi, 2017). Lathamaheswari và cs. (2017) đã nghiên cứu để sử dụng tro bã mía thay thế một phần xi măng trong bê tông và kết quả cho thấy tỉ lệ tro bã mía thay thế cho xi măng với 7,5% cho chất lượng bê tông là tốt nhất. Tuy nhiên, Otoko (2014) lại cho rằng tỉ lệ thay thế tro bã mía bằng xi măng là 2% cho cường độ nén cao nhất.

Như vậy, thành phần của tro bã mía sẽ quyết định đến tỉ lệ thay thế xi măng bao nhiêu % là phù hợp nhất. Do đó, cần xem xét việc sử dụng tro bã mía để thay thế một phần xi măng trong sản xuất bê tông nhằm đánh giá ảnh hưởng của tỉ lệ tro bã mía thay thế đối với chất lượng của bê tông.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

- Tro bã mía: Bã mía sau khi thu gom tại các quán nước mía trên địa bàn thành phố Đồng Hới thì nung trong lò nung để thu được tro bã mía. Thành phần hóa học của tro bã mía được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hóa học của tro bã mía

STT	Thành phần	Hàm lượng %
1	SiO ₂	24,4
2	Fe ₂ O ₃	2,42
3	MnO	0,75
4	MgO	4,24
5	CaO	14,98
6	K ₂ O	36,18
7	P ₂ O ₅	3,4
8	SO ₃	8,25
9	PbO	0,3
10	ZnO	0,68
11	CuO	0,075

- Xi măng: Xi măng sử dụng trong đề tài này là xi măng Pooc lăng sông Gianh PCB 40

được mua tại cửa hàng bán vật liệu xây dựng tại thành phố Đồng Hới. Xi măng sông Gianh PCB 40 có một số chỉ tiêu cơ lý như: Cường độ nén sau $72\text{h} \pm 45$ phút là $\geq 20 \text{ N/mm}^2$ và sau 28 ngày ± 45 phút là $\geq 44 \text{ N/mm}^2$; Thời gian đông kết bắt đầu ≥ 100 phút và kết thúc ≥ 360 phút; Độ nghiền mịn của phần còn lại trên sàng $0,09 \text{ mm}$ là $\leq 4,0$ và bề mặt riêng ≥ 3200 .

Bảng 2. Thành phần hóa học của xi măng sông Gianh PCB 40

STT	Thành phần	Hàm lượng %
1	SiO_2	19-25 %
2	Al_2O_3	2-9 %
3	CaO	62-67 %
4	Fe_2O_3	1-5 %
5	MgO	0-3 %
6	SO_3	1-3 %
7	K_2O	0,6 %
8	Na_2O	0,2%

- Đá dăm: Sử dụng loại đá dăm của Quảng Bình theo TCVN với kích thước đá $10 \text{ mm} - 20 \text{ mm}$ và khối lượng riêng $2,67 \text{ g/cm}^3$.

- Cát: Sử dụng loại cát tự nhiên có modul độ lớn từ 1 đến 2. Đây là loại cát vàng được lấy từ sông hoặc khe suối của Quảng Bình và có khối lượng riêng của cát là $2,65 \text{ g/cm}^3$.

- Nước: Sử dụng nước máy sinh hoạt.

Các nguyên liệu được phối trộn theo đúng tỉ lệ được thể hiện trong Bảng 3

Bảng 3. Tỉ lệ thành phần của bê tông

Mẫu	Tro bã mía (cm^3)	Xi măng (cm^3)	Cát (cm^3)	Đá dăm (cm^3)	Nước (ml)
1	0	1100	2200	3300	700
2	25	1075	2200	3300	700
3	50	1050	2200	3300	700
4	75	1025	2200	3300	700
5	100	1000	2200	3300	700
6	125	975	2200	3300	700
7	150	950	2200	3300	700

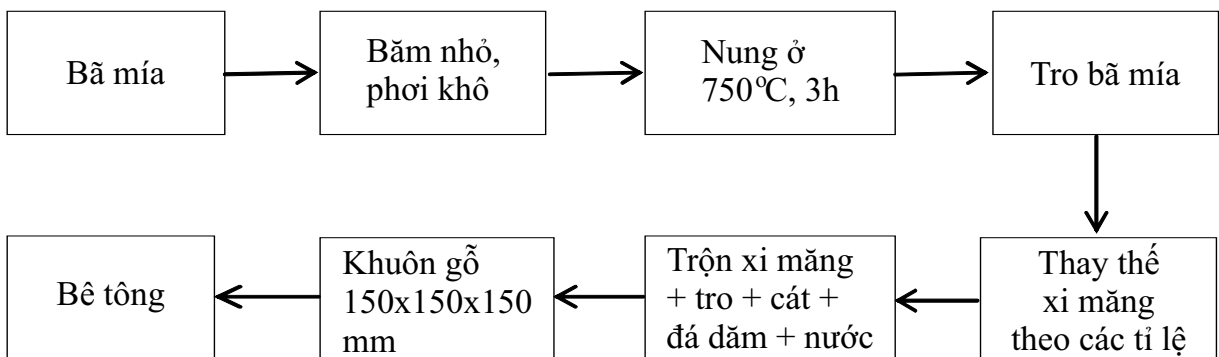
- Khuôn đúc: Khuôn đúc có dạng hình lập phương với kích thước khuôn là $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}$.

- Máy phân tích huỳnh quang tia X S4 -Pioneer của hãng Bruker - Đúc tại Viện Địa chất thuộc Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

- Máy thử nghiệm bê tông: Cường độ nén bê tông được đo tại Trung tâm Kỹ thuật đo lường thử nghiệm Quảng Bình.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Quá trình sử dụng tro bã mía để thay thế xi măng trong sản xuất bê tông được tiến hành như sau:



Hình 1. Quy trình chế tạo bê tông bằng tro bã mía thay thế một phần xi măng

Trong phạm vi của bài báo này, chúng tôi tiến hành làm thực nghiệm qua 2 giai đoạn.

Giai đoạn 1 (Quá trình nung bã mía thành

tro): Bã mía sau khi được thu gom quanh khu vực Đồng Hới thì rửa sạch, băm nhỏ và phơi khô. Sau khi tham khảo điều kiện về nhiệt độ và

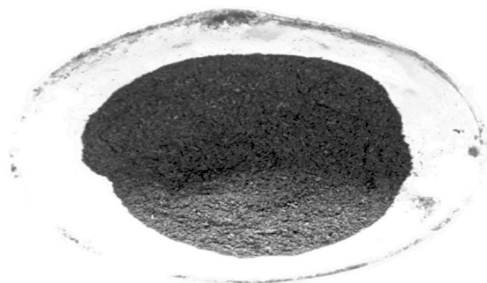
thời gian nung từ các bài báo đã được công bố
thì cho bã mía đã phơi khô vào lò nung và nung



Hình 2. Bã mía

Giai đoạn 2 (Quá trình tạo bê tông): Tiến hành định lượng tro bã mía rồi trộn đều với xi măng theo tỉ lệ về thể tích thay thế xi măng bằng tro bã mía lần lượt là: 0%, 2%, 4,5%, 6,5%, 9%, 11,5% và 13,5%. Sau khi đã chuẩn bị xong hỗn hợp xi măng và tro bã mía, chúng tôi phối trộn các nguyên liệu (xi măng + tro bã mía, cát, đá dăm, nước) theo tỉ lệ như sau: (hỗn hợp xi măng và tro): cát: đá dăm: nước = 1: 2 : 3 : 0,64. Hỗn hợp sau khi được trộn đều thì cho vào khuôn đúc có kích thước 150x150x150 mm và bảo dưỡng mẫu bê tông trong thời gian 1 tuần bằng cách phủ lên bề mặt các mẫu bê tông một lớp bạt đã được

với nhiệt độ 750°C trong khoảng thời gian 3h để thu được tro bã mía.



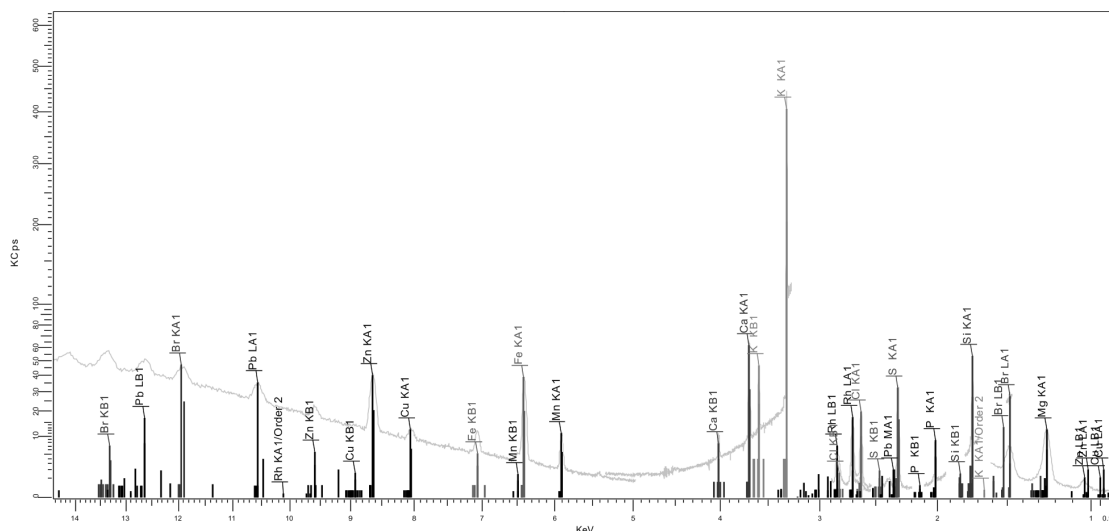
Hình 3. Tro bã mía

làm ẩm, không tác động lực cơ học nào lên mẫu cho đến khi mẫu khô và tưới nước hàng ngày.

Sau khi nung bã mía thành tro thì tiến hành xác định thành phần hóa học của nó tại Viện Địa chất - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Đối với mẫu bê tông, sau khoảng thời gian 28 ngày, các mẫu bê tông sẽ được đánh giá cường độ nén tại Trung tâm Kỹ thuật đo lường thử nghiệm Quảng Bình thông qua việc xác định diện tích chịu lực của mẫu và xác định tải trọng mẫu theo TCVN 3118:1993.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Thành phần tro bã mía



Hình 4. Phổ XRF của tro bã mía

Bã mía sau khi được nung thành tro trong điều kiện nhiệt độ là 750°C và thời gian 3h thì tiến hành xác định thành phần các chất trong tro bã mía bằng phương pháp huỳnh quang tia X (XRF) tại Viện Địa chất - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Kết quả phân tích được thể hiện trong Hình 4 biểu diễn phổ huỳnh quang tia X (XRF) của tro bã mía để xác định hàm lượng các chất nhằm xem xét khả năng thay thế một phần xi măng của tro bã mía.

Dựa trên kết quả phân tích phổ huỳnh quang tia X, đã xác định được thành phần các chất có trong tro bã mía và thể hiện trong Bảng 1. Tro bã mía có chứa 11 loại oxit khác nhau, trong đó hàm lượng K_2O là cao nhất, chiếm 36,18%, hàm lượng SiO_2 là 24,4 % và hàm lượng CaO là 14,98%. So sánh với kết quả phân tích hàm lượng các chất trong tro bã mía của một số bài báo quốc tế đã công bố thì hàm lượng SiO_2 nhỏ hơn nhưng hàm lượng K_2O lại lớn hơn rất nhiều (Lathamaheswari và cs., 2017). Điều này cho thấy, với điều kiện khí hậu và thổ nhưỡng khác nhau sẽ ảnh hưởng đến thành phần các chất trong tro bã mía.

3.2. Khảo sát điều kiện để thay thế xi măng trong sản xuất bê tông

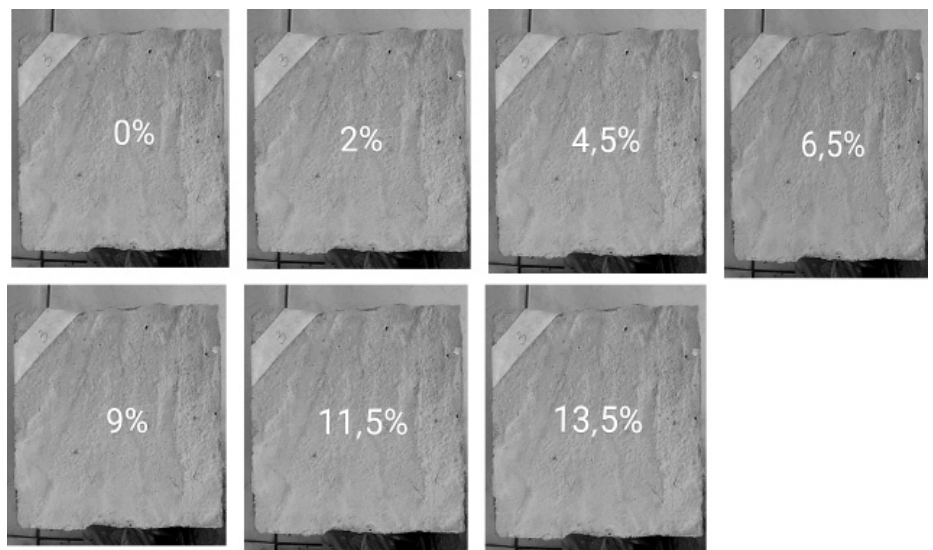
Sau khi đã xác định được hàm lượng các chất trong tro bã mía (Bảng 1) thì so sánh với hàm lượng các chất trong xi măng để đánh giá xem khả năng thay thế một phần xi măng bằng tro bã mía có phù hợp không. Dựa vào thành phần hóa học các chất có trong xi măng Poocăng sông Gianh theo số liệu báo cáo của Công ty Xi măng sông Gianh (Bảng 2). Tiến hành so sánh thành phần và hàm lượng các chất trong Bảng 1 với Bảng 2 cho thấy: tỉ lệ SiO_2 là 24,4% nằm trong

khoảng 19-25% của xi măng, CaO chiếm tỉ lệ khá cao 14,98% (thấp hơn so với tỉ lệ CaO trong xi măng: 62-67%) và tỉ lệ K_2O là 36,18% cao hơn nhiều so với tỉ lệ K_2O trong xi măng (0,6%). K_2O là chất có khả năng tạo kết dính rất tốt cho bê tông nên với thành phần chiếm tỉ lệ cao như vậy sẽ rất thuận lợi cho việc thay thế xi măng bằng tro bã mía (Castaldelli và cs., 2016). Như vậy, có thể thấy rằng tro bã mía phù hợp cho việc thay thế một phần xi măng để sản xuất bê tông.

3.3. Sản xuất mẫu bê tông

Chúng tôi tiến hành sản xuất bê tông theo tỉ lệ (Xi măng + tro bã mía): cát: đá dăm: nước = 1 : 2 : 3 : 0,64. Trong đó, tỉ lệ tro bã mía thay thế cho xi măng lần lượt là 0,0 %; 2,0 %; 4,5 %; 6,5 %; 9,0 %; 11,5 %; 13,5 %.

Hỗn hợp gồm xi măng, tro bã mía, cát, đá dăm và nước sau khi trộn đều thì được cho vào khuôn gỗ có kích thước 150x150x150 mm. Các mẫu bê tông sau khi tháo khuôn thì được tưới nước bảo dưỡng trong thời gian 1 tuần. Trong Hình 4 là hình ảnh các mẫu bê tông với các tỷ lệ thay thế xing bằng tro bã mía khác nhau thu được sau 28 ngày. Khi bê tông đông kết hoàn toàn sau 28 ngày sẽ được mang đi kiểm tra độ nén và độ chịu lực.



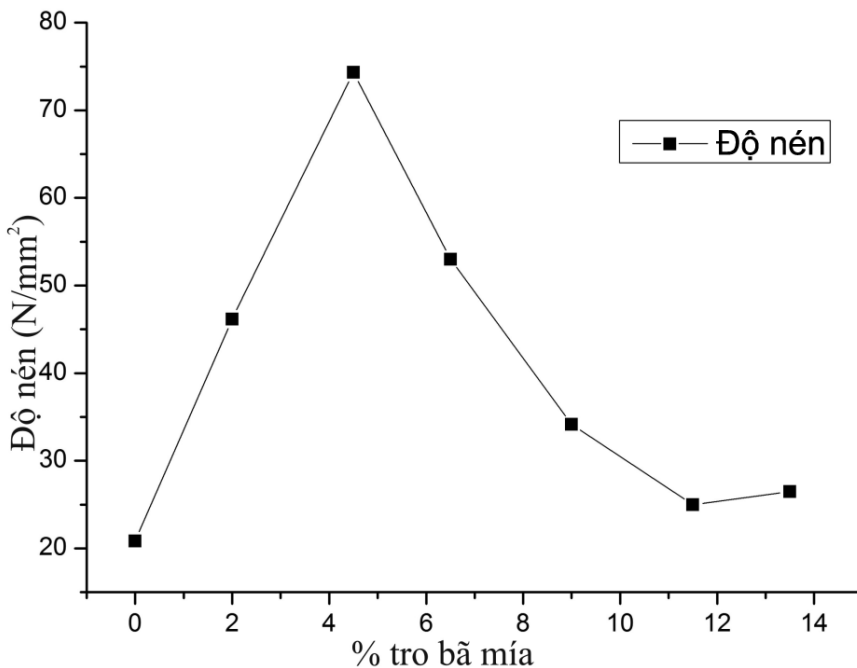
Hình 5. Các mẫu bê tông tương ứng với tỉ lệ xi măng thay thế bằng tro bã mía

3.4. Ảnh hưởng của tro bã mía đến chất lượng bê tông

Sau 28 ngày, các mẫu bê tông sẽ lần lượt được kiểm tra độ nén tại Trung tâm Kỹ thuật đo lường thử nghiệm Quảng Bình. Cường độ nén của bê tông được đo 3 lần để đảm bảo độ tin cậy của các số liệu và kết quả được thể hiện trong Bảng 4 và Hình 6.

Bảng 4. Độ nén của bê tông

Mẫu	Tỉ lệ tro bã mía (%)	Độ nén (N/mm ²)				RSD
		Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình	
1	0,0	21,0	20,5	21,0	20,83	1,39
2	2,0	46,0	46,0	46,5	46,17	0,63
3	4,5	74,0	74,5	74,5	74,33	0,39
4	6,5	53,0	53,5	52,5	53,00	0,94
5	9,0	34,5	34,0	34,0	34,17	0,84
6	11,5	25,0	25,5	24,5	25,00	2,00
7	13,5	26,5	27,0	26,0	26,50	1,88



Hình 6. Ảnh hưởng của tỉ lệ % tro bã mía đến độ nén của bê tông

Từ kết quả thu được ở Bảng 4 và Hình 6 cho thấy cường độ nén của các mẫu bê tông có sử dụng tro bã mía đều có giá trị lớn hơn so với mẫu không sử dụng tro bã mía. Điều này chứng

tỏ rằng chất lượng của bê tông tăng lên khi thay thế một phần xi măng bằng tro bã mía. Nguyên nhân có thể do cấu trúc các hạt tro bã mía có tính xốp nên sẽ hút nước trong quá trình nhào trộn và cung cấp nước để quá trình thủy hóa xi măng xảy ra triệt để hơn. Bên cạnh đó, độ nén của bê tông đạt giá trị cao nhất là 74,33 N/mm² tương ứng với tỷ lệ thay thế xi măng bằng tro bã mía

là 4,5%. Giá trị độ nén này tăng 3,5 lần so với mẫu không sử dụng tro bã mía để thay thế xi măng (20,83 N/mm²). Như vậy, tỉ lệ tro bã mía thay thế xi măng tối ưu là 4,5%.

So sánh với kết quả của một số đề tài đã công bố trên các tạp chí uy tín quốc tế cho thấy độ chịu nén các mẫu bê tông mà chúng tôi nghiên cứu có sự biến đổi khá lớn nhưng giá trị độ chịu nén thì cao hơn hẳn. Theo tác giả Otokoto (2014) thì cường độ chịu nén của mẫu bê tông đạt giá trị cao nhất 59,75 N/mm² tương ứng với tỷ lệ tro bã mía thay thế xi măng là 2,0%. Gopi (2017) lại cho rằng độ nén đạt giá trị cao nhất là 57,64 N/mm² tương ứng với tỷ lệ thay thế tro bã mía bằng xi măng là 5%. Nguyên nhân của sự khác nhau về kết quả nói trên có

thể nói rằng là do thành phần của tro bã mía có sự khác nhau cơ bản. Bên cạnh đó, hàm lượng K₂O trong tro bã mía lớn đã ảnh hưởng đến chất lượng của bê tông, làm tăng giá trị độ nén của nó.

Với tỉ lệ $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ trong tro bã mía bằng 0,67 đã làm cho khả năng kết dính của vật liệu tăng cao và tăng độ nén cho bê tông. Điều này cũng khá phù hợp với kết quả nghiên cứu của Castaldelli và cs. (2016) khi cho rằng tỉ lệ $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ bằng 0,75 là tối ưu để làm tăng khả năng kết dính và độ nén của bê tông.

4. Kết luận

Nghiên cứu ảnh hưởng của việc thay thế một phần xi măng bằng tro bã mía trong sản xuất bê tông thu được một số kết luận như sau:

- Nung bã mía thành tro với điều kiện nhiệt độ 750°C trong thời gian 3h.

- Xác định được thành phần hóa học có trong tro bã mía bằng phương pháp phân tích huỳnh quang tia X (XRF) với hàm lượng K_2O là cao nhất, chiếm 36,18%, hàm lượng SiO_2 là 24,4%, hàm lượng CaO là 14,98%. Với thành phần như vậy thì có thể sử dụng tro bã mía để thay thế một phần xi măng trong sản xuất bê tông.

- Sử dụng tro bã mía để thay thế một phần xi măng trong sản xuất bê tông và tạo được các mẫu bê tông với tỉ lệ tro bã mía thay thế cho xi măng lần lượt là 0,0%; 2,0%; 4,5 %; 6,5%; 9,0%; 11,5%; 13,5% và nhận thấy các tỉ lệ thay thế để làm tăng độ nén của bê tông, trong đó với tỉ lệ tro bã mía thay thế xi măng bằng 4,5% thì độ nén của bê tông đạt giá trị cao nhất ($74,33 \text{ N/mm}^2$) tăng 3,5 lần so với mẫu bê tông không sử dụng tro bã mía để thay thế. Như vậy, đây là tỉ lệ tối ưu để thay thế xi măng và ứng dụng trong sản xuất bê tông./.

Tài liệu tham khảo

Castaldelli, V. N., Moraes, J. C. B., Akasaki, J. L., Melges, J. L. P., Monzó, J., Borrachero, M. V., Soriano, L., Payá, J. and Tashima, M. M. (2016). Study of the binary system fly ash/sugarcane bagasse ash (FA/SCBA)

in $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ alkali-activated binders, *Fuel*, 174, 307-316.

Gopi, T. (2017). Effect of bagasse as concrete used as par, *Technology*, 8(1), 821-825.

Lathamaheswari, R., Kalaiyarasan, V and Mohankumar, G. (2017). Study on Bagasse Ash As Partial Replacement of Cement in Concrete, *International Journal of Engineering Research and Development*, 13(1), 1-6.

Ngô Văn Toàn. (2014). Nghiên cứu chế tạo bê tông cường độ cao sử dụng cát mịn và phụ gia khoáng hỗn hợp từ xỉ lò cao hoạt hóa và tro trấu, *Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng*, 4, 36-45.

Nguyễn Công Thắng. (2013). Nghiên cứu chế tạo bê tông chất lượng siêu cao sử dụng hỗn hợp phụ gia khoáng silica fume và tro bay sẵn có ở Việt Nam, *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng*, 15(3), 24-31.

Nguyễn Thị Thu Phương. (2018). Đặc tính của tro bã mía và sử dụng tro bã mía trong sản xuất gạch Ceramit, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội*, 45, 19-22.

Otoko, G. R. (2014). Use of Bagasse Ash as Partial Replacement of Cement in Concrete, *International Journal of Innovative Research and Development*, 3, 285-289.

Phương Thanh Vũ, Võ Vĩnh Trà và Võ Thanh Lâm. (2015). Nghiên cứu ứng dụng bã mía chế tạo vật liệu Boicomposite, *Hội thảo KHCN các trường đại học kỹ thuật lần thứ 46*, 149-160.

Shafiq, N., Hussein, A. A. E., Nuruddin, M. F., and Al Mattarneh, H. (2016). Effects of sugarcane bagasse ash on the properties of concrete, *In Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Engineering Sustainability*, 171(3), 123-132.