ẢNH HƯỞNG CỦA TRO TRẤU ĐẾN CƯỜNG ĐỘ, TÍNH CHỐNG THẤM CỦA BÊ TÔNG THỦY CÔNG

Nguyễn Tiến Trung, Nguyễn Văn Sơn, Vũ Khắc Tam
Viện Thủy công

Tóm tắt: *Bài báo giới thiệu qui trình sản xuất tro trấu (RHA) dạng pilot và kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của RHA đến cường độ và tính chống thấm của bê tông thủy công.*
Kết quả nghiên cứu cho thấy tro trấu thu được khi nung vỏ trấu ở nhiệt độ 600-800^oC trong 24 giờ. Việc đốt trấu đã được kiểm soát để tạo ra tro với hàm lượng cacbon không cháy là 3,6% và hoàm lượng SiO_2 là 90,75%, chỉ số hoạt tính puzolan 290 mg CaO / g RHA và kích thước hạt trung bình là 17 µm. Độ bền nén của bê tông dùng 10% RHA cao hơn đáng kể so với bê tông đối chứng không có RHA ở tuổi 28 và 90 ngày. Tro trấu cho thấy khả năng tăng độ chống thấm và giảm sự xâm nhập clo ion của bê tông.
Các mẫu được xác định bằng phương pháp phân tích cơ học hóa học như XRD, DTA và SEM, TCVN, tiêu chuẩn ASTM.
Từ khóa: Tro trấu; Độ chống thấm; Bê tông thủy công ; Puzolan; Cường độ bê tông; Độ thấm ion clo.

Abstract:*This paper presents a method of rice husk ash (RHA) manufacture in the form of pilot and study on the influence of RHA to strength and waterproofing capability of hydraulic concrete structures. Results show that RHA was obtained by burning rice husk at the temperature of 600 - 800oC in 24 hours. The combustion of rice husk was designated to produce ash with the unburnt carbon content of 3,6%, SiO2 content of 90,75%, active pozzolanic index of 290 mg CaO per 1g RHA and medium particle size of 17 µm. The compressive strength of concrete using 10% of RHA is remarkably higher than that of the reference concrete without using RHA at the ages of 28 and 90 days. It provides the possibility to increase the waterproof capability and decrease the penetration of chloride ion into the concrete. The samples and laboratory experiments were followed chemical – mechanical analysis methods and standards such as XRD, DTA, SEM, TCVN, and ASTM.*
Keywords: Rice husk ash; waterproof capability; hydraulic concrete structures; pozzolan; concrete strength; chloride ion penetration

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, nhiều nhà khoa học trên thế giới cũng như ở Việt Nam đang quan tâm nghiên cứu việc sử dụng tro trấu làm phụ gia khoáng hoạt tính để làm tăng chất lượng cho xi măng, bê tông mà giá thành giảm [1,2,3,4]. Đặc biệt, tính ưu việt của tro trấu làm tăng tính chống thấm, nâng cao tuổi thọ bê tông [1] bởi tro trấu mịn, chứa nhiều oxyt silic ở trạng thái vô định hình, có hoạt tính puzolan rất cao tương đương với muội silic [3]. Vì vậy, nếu tro trấu được điều chế đúng kỹ thuật, đồng thời được gia công thích hợp, có thể thay thế muội silic trong bê tông chất lượng cao [5] và dùng cho bê tông thủy công yêu cầu độ chống thấm nước cao và chịu được ăn mòn của môi trường xâm thực. Giải pháp sử dụng tro trấu nhằm tăng chất lượng bê tông sẽ có hiệu quả cao hơn ở các nước như ở Việt Nam là một nước nông nghiệp có sản lượng thóc nhiều, nên lượng vỏ trấu thải ra hàng năm rất lớn, trong lúc đó muội silic chúng ta phải nhập ngoại.

Ngày nhận bài: 22/5/2018
Ngày thông qua phản biện: 29/6/2018
Ngày duyệt đăng: 10/7/2018

Mục đích của nghiên cứu này là chế tạo tro trấu trên qui mô pilốt và xác định ảnh hưởng của tro trấu nghiền mịn đến tính chất của bê tông thuỷ công.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hoá chất, nguyên liệu và dụng cụ

- Trấu, ximăng PC40 Bút Sơn, cát Sông Lô, đá dăm Kiện Khê D_{max} = 20mm, phụ gia siêu dẻo PA-2004, muội silic kết nén (Condensed silicafume) hãng Elkem.

- Thiết bị: Lò đốt trấu theo thiết kế kiểu giỏ lưới thép, máy nghiền bi, kính hiển vi điện tử quét (SEM).

- Các tính chất cơ lý được thực hiện trên thiết bị theo các tiêu chuẩn: Độ sụt theo TCVN 3106:1993 [6], cường độ nén theo TCVN 3118: 1993[7], độ chống thấm nước theo TCVN 3116:1993 [8], độ thấm ion clo theo ASTM 1200-97 [9].

2.2. Thực nghiệm

2.2.1. Chế tạo bột tro trấu trên qui mô pilốt

Được thực hiện trên thiết bị theo hình 1 và 2 được cấu tạo với các bộ phận:

a) Vỏ lò (thân lò) hình trụ có đường kính miệng lò bằng 130 cm, cao 135 cm, chiều dày vỏ lò 18 cm để ổn nhiệt. Thân lò gồm 2 bộ phận: Phần dưới đáy đến ghi lò cao 30 cm, có một của lò 40 x 30 cm, 2 cửa thông gió cỡ 30 x 20 cm, và 2 lỗ cỡ 10x10cm để điều chỉnh gió. Ghi lò gồm 3 thanh đỡ lồng đốt, một cửa lò có hố để lấy sản phẩm.

b) Nắp lò dạng hình phễu, phía dưới có đường kính 130 cm, phía trên có đường kính 20 cm được nối với ống khói cao 400cm, trên nắp có lỗ tròn để đặt nhiệt kế điện tử (hình 3).

c) Lồng đốt hình trụ cao 100 cm, đường kính 110 cm có 16 lỗ/cm^2, phía trong có một rọ hình trụ chịu nhiệt cao 110 cm, đường kính 130cm.

d) Đáy lồng đốt được đặt trên giá đỡ bằng các thanh thép có chốt xoay, ki tháo các chốt này tro trấu sẽ tự tụt xuống đáy lò và được lấy ra qua cửa lò đốt.

Hình 1: Lò đốt trấu kiểu giỏ lưới thép

Hình 2: Lồng đốt trấu

Hình 3: Nhiệt kế điện tử

Hình 4: Tro trấu thu được sau khi đốt

Hình 5: Máy nghiền tro trấu

Hình 6: Tro trấu sau khi nghiền

2.2.2 Thí nghiệm

- Các tính chất cơ lý, hoá được xác định trên

các thiết bị theo tiêu chuẩn nêu ở trên.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

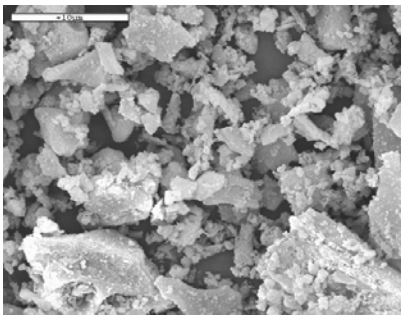
3.1. Tính chất của tro trấu

Tro trấu thu được sau khi đốt trấu trong lò công suất 150kg trấu/lần đốt, thời gian đốt khoảng 24 giờ, nhiệt độ cao nhất trong lò đạt 600 - 800^{o}C. Tro trấu sau khi để nguội được nghiền mịn bằng máy nghiền bi kiểu chữ V (hình 5) dung tích 60 lít. Bên trong máy nghiền đựng bi thép với các cỡ khác nhau, tốc độ nghiền 300 vòng/phút. Tro trấu được giữ trong bao kín giống như bao xi măng. Tro trấu được nghiền mịn có màu xám nhạt như trong hình 6. Thành phần hóa học và các tính chất cơ lý của tro trấu như trong bảng 1.

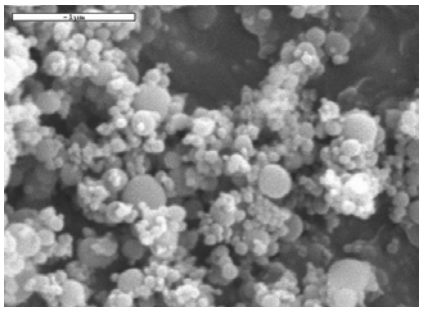
Bảng 1: Thành phần hoá học của tro trấu, % khối lượng

Thành phần hóa học của tro trấu, %							
SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	MKN
90.75	0.52	0.48	1.04	0.56	1.34	0,67	3,10
Tinh chất cơ lý, hóa của tro trấu							
Phụ gia khoáng hoạt tính	Kích thước hạt trung bình, µm	Khối lượng riêng, g/cm^3	Độ hút vôi, mg/g	Chỉ số hoạt tính cường độ so với xi măng, %		Phân loại phụ gia hoạt tính	
				7 ngày	28 ngày		
1	2	3	4	5	6	7	
Tro trấu	17	2,22	290	92/85	105/85	Mạnh	
Silicafume	-	2,20	259	89/85	94/85	Mạnh	
Ghi chú: Các số liệuởcột 5 và 6, tử số là kết quả thí nghiệm, mẫu số là yêu cầu của tiêu chuẩn 14 TCN 105:1999; Trong thí nghiệm có so sánh với phụ gia khoáng hoạt tính silicafume nhập ngoại.							

Hình dạng hạt tro trấu sau khi nghiền được phân tích trên kính hiển vi điện tử quét (SEM) và được trình bày trong hình 7. Hình dạng hạt silicafume cũng được trình bày trong hình 8.



Hình 7: Hình dạng hạt tro trấu sau khi nghiền



Hình 8: Hình dạng hạt silicafume

Từ kết quả thu được chúng ta thấy tro trấu có dạng hạt dẹt nhiều góc cạnh, cỡ hạt trung bình khoảng 17 µm, mịn hơn xi măng nhiều lần, có nhiều lỗ xốp, màu xám nhạt (tương tự màu tro trấu của Ấn Độ). Thành phần SiO_2 = 90,75% (theo khối lượng) chứng tỏ rằng sản phẩm tro trấu thu được có hàm lượng SiO_2 cao, lẫn rất ít than chưa cháy (thể hiện qua phần mất khối lượng khi nung chỉ bằng 3,1%). Độ hút vôi bằng 290 mg/g, nên thuộc loại có hoạt tính mạnh tương đương với silicafume, chỉ số hoạt tính cường độ cao hơn tiêu chuẩn qui định.

Điều này có thể khẳng định tro trấu thu được bằng phương pháp đốt trong lò dạng pilôt có thể sử dụng như một puzolan hoạt tính làm phụ gia khoáng tốt cho bê tông thuỷ công.

3.2. Ảnh hưởng của tro trấu đến tính chất của bê tông

Bê tông công trình thuỷ lợi, thuỷ điện (thuỷ công) chủ yếu là bê tông mác thường từ 20 - 30 MPa và các tính chất cơ bản nhất là cường độ , độ chống thấm nước, chống thấm ion clo. Đánh giá ảnh hưởng của tro trấu đối với bê tông có thành phần cấp phối bê tông như trong bảng 2. Kết quả thí nghiệm các tính chất của bê tông đươc trình bày trong bảng 3.

Bảng 2: Thành phần cấp phối bê tông thí nghiệm

TT	Kí hiệu mẫu	Loại bê tông	Xi măng	Tro trấu	Cát	Đá	Phụ gia Sika 2000AT	Nước
			kg	kg	kg	kg	kg	lit
1	M1	Bê tông đối chứng	350	-	783	1085	2,1	185
2	M2	Bê tông pha tro trấu tỉ lệ 10%	315	35	766	1090	2,1	185
3	M3	Bê tông pha silicafume tỉ lệ 10%	315	35	766	1090	2,1	185

Bảng 3: Các tính chất cơ lý của bê tông pha tro trấu và silicafume

Kí hiệu mẫu	Độ sụt, cm	Chống thấm nước, W		Độ thấm ion clo, culong				Cường độ nén, MPa		
		28 ngày	90 ngày	28 ngày	Phân loại	90 ngày	Phân loại	7 ngày	28 ngày	90 ngày
M1	10	W-8	W-10	4210	cao	3150	TB	27,5	33,4	35,2
M2	8	W-10	W-12	2090	TB	674	rất thấp	24,7	34,2	37,8
M3	8	W-10	W-12	2045	TB	656	rất thấp	25,2	34,5	38,3

Tro trấu có cấu trúc xốp, hình dẹt, kích thước bé, có tính chất của một puzolan với độ hoạt tính cao khi sử dụng với xi măng và sự có mặt của nó trong bê tông trong quá trình hydrat hoá các pha khoáng của clanke vai trò của tro trấu làm giảm đáng kể khả năng tách nước và phân tầng. Trong quá trình thuỷ hoá xi măng sinh ra pha pooclandit $(CaOH)_2$ cũng như quá trình bay hơi nước, để lại các lỗ rỗng mao quản, các hạt tro trấu có kích thước nhỏ chèn vào lấp đầy các lỗ trống, SiO_2 hoạt tính tham gia phản ứng với $Ca(OH)_2$ tạo pha kết dính CxSyHz làm tăng cường độ bê tông. Kết quả cho thấy rằng các mẫu thí nghiệm ở 7 ngày tuổi cường độ bê tông thu được nhỏ hơn mẫu đối chứng không phụ gia, nhưng từ 28 ngày tuổi trở lên cường độ bê tông pha tro trấu và siêu dẻo cao hơn so với mẫu đối chứng và tương đương với mẫu có sử dụng phụ gia silicafume và siêu dẻo. Nguyên nhân vì ở giai đoạn đầu thủy hoá phản ứng puzolan của tro trấu chậm hơn phản ứng thủy hóa của xi măng nhưng về sau phản ứng puzolan phát triển mạnh, làm tăng cường độ, độ chống thấm nước và giảm độ thấm ion clo của bê tông.

4. KẾT LUẬN

1- Tro trấu được sản xuất trên qui mô pilot ở 600 - 800^oC và thời gian đốt 24 giờ đạt yêu cầu về chất lượng (SiO_2> 90%), độ hoạt tính cao đạt 290 mg CaO/g tro trấu và có mầu tương tự như tro trấu sản xuất tại Ấn Độ.

2- Bê tông pha tro trấu và phụ gia giảm nước có cường độ 7 ngày thấp hơn nhưng cường độ 28 ngày và 90 ngày cao hơn cường độ bê tông đối chứng không có tro trấu và tương

đương cường độ của bê tông pha silicafume và siêu dẻo.

3- Bê tông pha tro trấu và phụ gia siêu dẻo có độ chống thấm nước cao và độ thấm ion clo thấp hơn hơn ở tuổi 28 và 90 ngày so với bê tông đối chứng không có tro trấu và tương đương với bê tông pha silicafume và siêu dẻo.

Do tăng độ chống thấm và giảm độ thấm ion clo, nên bê tông pha tro trấu và phụ gia giảm nước có khả năng chống ăn mòn tốt hơn so với bê tông xi măng không pha phụ gia khoáng hoạt tính trong môi trường nước có tính ăn mòn vì thế tro trấu là phụ gia khoáng thích hợp để chế tạo bê tông thuỷ công.

Lời cảm ơn: Nhóm nghiên cứu chân thành cảm ơn ông Nguyễn Hữu Thái phụ trách xưởng cơ khí thôn Tây Mỗ đã tận tình giúp đỡ chúng tôi trong quá trình thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] V.M. Mahotra, *Fly ash, slag, silicafume, rice husk ash in concrete: A review concrete international.*

[2] Indian institute of science precipitated silica technology, *Precipitated silica from rice husk ash,* IPSIT.

[3] Bùi Danh Đại, *Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu chế tạo microsilica từ tro trấu thay thế muội silic trong bê tông chất lượng cao",* 2005, Hà Nội.

[4] Dao Van Dong, Pham Duy Huu, Nguyen Lan, *Effect of rice husk ash on properties of high strength concrete, The 3rd ACF international conference-ACV/VCA 2008,* 2008.

[5] Bộ KHCN, *TCXDVN 311:2004 - Phụ gia khoáng hoạt tính cao cho bê tông: silicafume, tro trấu*, 2014, Hà Nội.

[6] Bộ KHCN, TCVN 3106, 3116, 3118, *Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Phương pháp xác định độ sụt - xác định độ chống thấm - xác định cường độ chịu nén*, 1993, Hà Nội.

[7] USA, *ASTM C1202-97 Standard method for electrical indication of concrete ability to resist chloride ion penetration.*

[8] Bộ KHCN, *TCVN 3116:1993 - Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Phương pháp xác định độ chống thấm*, 1993, Hà Nội.

[9] USA, *ASTM C1202-97 Standard method for electrical indication of concrete ability to resist chloride ion penetration.*