

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA TRO TRÁU VÀ PHỤ GIA SIÊU DÈO TỚI TÍNH CHẤT CỦA HỒ, VỮA VÀ BÊ TÔNG

ThS. **Ngô Văn Toàn**

Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng

**Tóm tắt:** Để chế tạo bê tông chất lượng cao, vấn đề phải giải quyết là bảo đảm hỗn hợp bê tông có tính công tác tốt và có tỷ lệ N/X thấp, nhưng lại được chế tạo với lượng dùng xi măng vừa phải và lượng nước nhào trộn nhỏ. Bài báo này trình bày những kết quả nghiên cứu ban đầu về việc sử dụng phụ gia siêu dẻo trên cơ sở Naphthalene và tro trấu để chế tạo bê tông có tỷ lệ N/X từ 0,3 – 0,45. Ảnh hưởng của hai loại phụ gia nói trên đến độ dẻo tiêu chuẩn và thời gian đông kết của hồ xi măng được nghiên cứu với các lượng dùng phụ gia khác nhau. Đối với vữa, đã nghiên cứu sự phát triển cường độ theo thời gian có phụ gia tro trấu, ảnh hưởng của phụ gia siêu dẻo và tro trấu tới cường độ và khả năng chống thấm nước của bê tông cũng được nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự phối hợp giữa phụ gia siêu dẻo và tro trấu đã nâng cao đáng kể chất lượng của vữa và bê tông. Điều này góp phần quan trọng trong việc phát triển và ứng dụng của hai loại phụ gia này trong chế tạo bê tông chất lượng cao.

**Abstract:** In the production of high quality concrete, the problem to be solved is guaranteeing good workability and low ratio water/cement of the mixture, but the cement rate is suitable and using little water. This article reports initial results of the use of super plasticizer additives basing on Naphthalene and rice husk ash to produce concrete with water–cement ratio from 0.3 to 0.45. These effects of additives to the standard workability point and hardening time of mortar were investigated at different quantity of additives. For mortar, the gain of strength in time depending on rice husk ash, the influence of super plasticizer additives and rice husk ash to waterproofing capacity of concrete were studied. The result shows that the combination between super plasticizer and husk ash has improved considerably the quality of mortar and concrete. This is important for the development and application of these additives in the production of high quality concrete.

## 1. Yêu cầu thực tế của việc sử dụng tro trấu và phụ gia siêu dẻo để chế tạo bê tông

Tỷ lệ nước/xi măng (N/X) là một trong những yếu tố chính quyết định chất lượng của bê tông. Bê tông có tỷ lệ N/X càng thấp chất lượng càng cao, với điều kiện là khi tạo hình hỗn hợp bê tông phải được lèn chặt.

Bê tông chất lượng cao được sản xuất với tỷ lệ  $N/X < 0,4$ , thấp hơn so với bê tông thông dụng. Trong công nghệ bê tông, để chế tạo hỗn hợp bê tông có tỷ lệ N/X thấp mà vẫn đảm bảo cho hỗn hợp bê tông có độ lưu động cao thì biện pháp bắt buộc là sử dụng các loại phụ gia siêu dẻo.

Mặt khác, để giảm lượng dùng xi măng và đặc biệt là nhằm cải thiện một số tính chất khác của hỗn hợp bê tông và bê tông khi chế tạo bê tông chất lượng cao ngoài xi măng, nước, cốt liệu, phụ gia siêu dẻo người ta còn sử dụng thêm một thành phần khác là các loại phụ gia khoáng có hoạt tính cao.

Trấu là một trong những thải phẩm có khối lượng rất lớn trong sản xuất nông nghiệp. Do trữ lượng trấu thải ra hàng năm rất lớn, hơn nữa trấu là loại vật liệu có khối lượng thể tích nhỏ (khoảng  $0,1 \text{ tấn/m}^3$ ) nên cần phải tốn một diện tích rất lớn để chứa loại phế thải này, việc vận chuyển trấu đi xa để xử lý là không kinh tế.

Các công trình nghiên cứu [1,2] cho thấy trong tro trấu có một hàm lượng  $\text{SiO}_2$  rất cao (86,9 – 97,3%). Hàm lượng  $\text{SiO}_2$  này trong tro trấu tương đương hàm lượng  $\text{SiO}_2$  trong muối ôxyt silic, khi đốt trấu trong những điều kiện thích hợp sẽ thu được tro trấu có độ xốp rất lớn và chứa chủ yếu là ôxyt  $\text{SiO}_2$  dưới dạng vô định hình, do các hạt tro có cấu trúc rỗng, tỷ diện tích bề mặt lớn và hàm lượng  $\text{SiO}_2$  vô định hình cao nên tro trấu có độ hoạt tính puzolan rất cao. Trong bảng phân loại các chất thải có hoạt tính puzolan của cơ quan xi măng và bê tông Châu Âu RILEM [3] thì tro trấu được liệt vào loại vật liệu có hoạt tính cao tương đương muối ôxyt silic. Khác với muối ôxyt silic, lượng  $\text{SiO}_2$  trong tro trấu có thể tái hồi vì hàng năm một lượng trấu khác lại được sản xuất ra. Do đó có thể nói nguồn nguyên liệu để sản xuất tro trấu làm phụ gia cho bê tông chất lượng cao hầu như không cạn kiệt. Sự phát triển lâu bền “bảo vệ môi trường và nguồn tài nguyên thiên nhiên” là một vấn đề cấp thiết hiện nay của nhân loại. Tận dụng trấu, một phế thải nông nghiệp có khối lượng rất lớn, để làm nguyên liệu chế tạo bê tông chính là công nghệ theo hướng phát triển lâu bền và đem hiệu quả kinh tế cao.

Như vậy, nghiên cứu sử dụng tro trấu kết hợp với phụ gia siêu dẻo để chế tạo bê tông chất lượng cao là có cơ sở khoa học và có ý nghĩa thực tiễn lớn đối với Việt Nam.

**2. Phương pháp nghiên cứu**

Trong nghiên cứu đã sử dụng các phương pháp thí nghiệm cơ lý của hồ, vữa và bê tông theo TCVN, 14TCN 65-2002 [8]. các chỉ tiêu về khối lượng riêng ở trạng thái bão hòa bên trong, khô bề mặt, độ hút nước của cát và đá dăm được xác định theo các tiêu chuẩn của Mỹ như ASTM C128-97 và C127-88 [4,5].

Ngoài ra đã sử dụng một số phương pháp nghiên cứu phi tiêu chuẩn như:

- Phương pháp phân tích thành phần hạt bằng thiết bị Lazer để xác định độ mịn của xi măng và tro trấu;
- Phương pháp nhiễu xạ Rơngxen để xác định mức độ kết tinh của tro trấu;
- Phương pháp đo hệ số thấm nước của bê tông.

**3. Một số kết quả nghiên cứu và thảo luận**

**3.1 Mục tiêu nghiên cứu:**

Minh chứng khả năng chế tạo bê tông chất lượng cao bằng việc kết hợp sử dụng phụ gia siêu dẻo và tro trấu.

**3.2. Nguyên vật liệu sử dụng**

**3.2.1. Nguyên vật liệu sử dụng cho các thí nghiệm với hồ và vữa:**

**Xi măng:** Được nghiền từ hỗn hợp clanhke (nhà máy xi măng Bỉm Sơn) và 5% thạch cao trong máy nghiền bi rung với khối lượng bi nghiền và thời gian nghiền nhất định để đạt được độ mịn tính bằng lượng sót trên sàng 80µm là 4%. Kết quả phân tích thành phần hạt được trình bày ở bảng 1

**Tro trấu:** Tro trấu được chuẩn bị bằng cách đốt trấu, sau khi đốt tro trấu được nghiền mịn bằng máy nghiền bi rung chấn động trong thời gian 30 phút. Tro trấu được đem đi thí nghiệm kết quả thành phần hạt, thành phần hóa của tro trấu được trình bày tương ứng trên bảng 1,2 và một số tính chất kỹ thuật của tro trấu được nêu trong hình 1, bảng 3.

**Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần hạt bằng thiết bị LS Particle Size Analyzer 3.00.40**

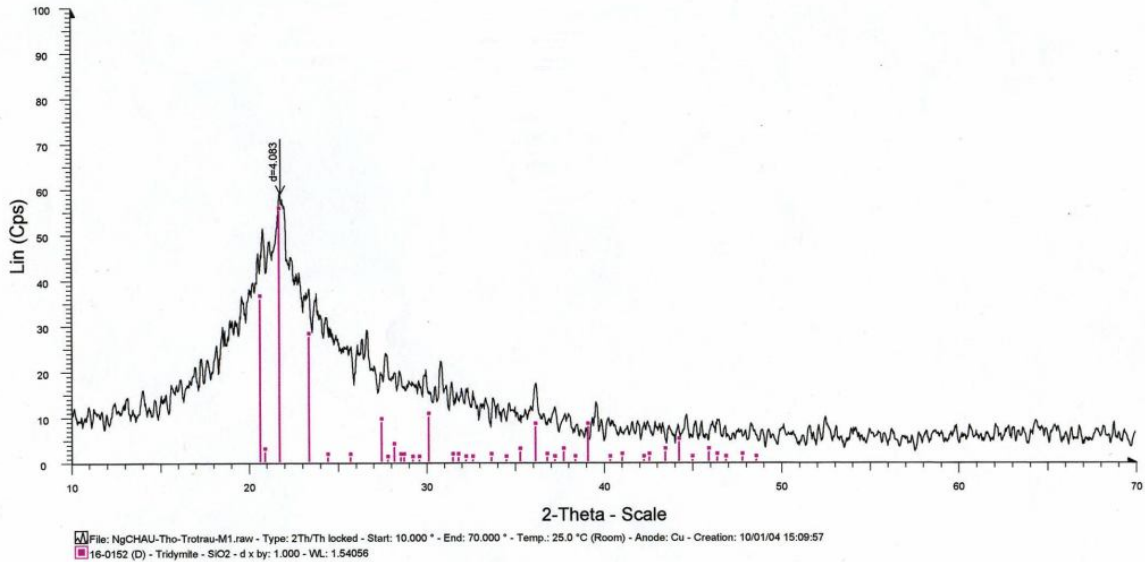
Tro trấu	Thể tích (%) các cỡ hạt có kích thước hạt < D	10	25	50	75	90
	Đường kính hạt D, (µm)	1.883	3.438	8.404	26.08	73.21
	Kích thước hạt trung bình, (µm)	8.404				
	Tỷ diện tích bề mặt, (cm <sup>2</sup> /ml)	13.980				
Xi măng	Thể tích (%) các cỡ hạt có kích thước hạt < D	10	25	50	75	90
	Đường kính hạt D, (µm)	3.459	8.272	16.47	32.69	68.48
	Kích thước hạt trung bình, (µm)	16.47				
	Tỷ diện tích bề mặt, (cm <sup>2</sup> /ml)	9.333				

**Bảng 2. Thành phần hoá của tro trấu**

SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MgO	MKN
86,98	0,73	0,84	1,40	0,11	2,46	0,57	5,14

**Bảng 3. Một số tính chất kỹ thuật của tro trấu**

Khối lượng thể tích (kg/m <sup>3</sup> )	Khối lượng riêng (g/cm <sup>3</sup> )	Kích thước hạt trung bình (µm)	Độ hút vôi (mg/g)	Chỉ số hoạt tính với xi măng, (%)
0,7	2,2	< 10	300	95



Hình 1. Biểu đồ nhiễu xạ Ronghen XDR của tro trấu

**Phụ gia siêu dẻo:** Trong nghiên cứu này đã sử dụng phụ gia siêu dẻo có tên thương phẩm Mighty-100 của hãng Kao, Nhật Bản. Đây là loại phụ gia siêu dẻo naphthalene dạng bột, màu nâu, khối lượng riêng 1,2 g/cm<sup>3</sup>.

**Cát:** Cát dùng trong các thí nghiệm về vữa là loại cát tiêu chuẩn.

**Nước:** Nước dùng để trộn hồ, vữa và bê tông là nước máy.

### 3.2.2. Nguyên vật liệu sử dụng cho các thí nghiệm với bê tông

**Xi măng:** Xi măng poóc lăng PCB40 Nghi Sơn; Khối lượng riêng 3,1g/cm<sup>3</sup>; Độ mịn (lượng sót trên sàng 80µm) 6,0 %; Cường độ chịu nén, uốn tuổi 28 ngày 48 MPa; 5,9 MPa.

**Cát:** Cát vàng sử dụng trong nghiên cứu có nguồn gốc từ Việt Trì đã được phơi khô sàng loại bỏ các hạt trên 5mm. Thành phần hạt và tính chất cơ lý của cát vàng được nêu trong các bảng 4

Bảng 4. Thành phần hạt và tính chất cơ lý của cát vàng Việt Trì

Kích thước mắt sàng, mm	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
Lượng sót tích lũy, (%)	0	7,8	20,9	55,6	88,9	100
Khối lượng riêng, g/cm <sup>3</sup> .	2,60					
Khối lượng thể tích ở trạng thái lèn chặt $\gamma_o$ , (T/m <sup>3</sup> )	1,75					
Độ hút nước, (%)	1,0					
Độ ẩm (sau phơi khô tự nhiên), %	0,04					
Mô đun độ lớn	2,73					

**Cốt liệu lớn:** Cốt liệu lớn sử dụng trong nghiên cứu là đá dăm có  $D_{max}$  20 được sản xuất từ mỏ đá bazan Hòa Thạch – Sơn Tây. Một số tính chất cơ lý của đá dăm được trình bày trong bảng 5.

Bảng 5. Một số tính chất cơ lý của đá dăm

	Cỡ hạt 5-10		Cỡ hạt 10-20	
	Kích thước mắt sàng, (mm)	5	10	10
Lượng sót trên sàng, (%)	100	0	100	0
Khối lượng riêng ở trạng thái khô $\gamma_k$ , (g/cm <sup>3</sup> )	2,94			

Khối lượng thể tích ở trạng thái bão hòa trong, khô mặt $\gamma_{SSD}$ , (g/cm <sup>3</sup> )	2,90	
Khối lượng thể tích ở trạng thái lèn chặt $\gamma_o$ , (T/m <sup>3</sup> )	1,736	1,770
Độ hút nước, (%)	0,6	
Độ ẩm ( sau phơi khô tự nhiên ), %	0,05	
Cường độ đá gốc, (MPa)	170	

Các loại phụ gia tro trấu và phụ gia siêu dẻo, nước sử dụng cùng loại với hồ và vữa.

### 3.3 Kết quả thí nghiệm

#### 3.3.1 Kết quả thí nghiệm với hồ và vữa

a) Độ dẻo tiêu chuẩn của hồ xi măng: Đã phối hợp tro trấu với xi măng theo các tỷ lệ khác nhau kết quả nghiên cứu được trình bày trong bảng 6.

**Bảng 6. Độ dẻo tiêu chuẩn của hồ xi măng có và không có tro trấu**

Tro trấu, (%)	Xi măng, (%)	Xi măng, (g)	Tro trấu, (g)	Nước, (g)	N/CKD, (%)
0	100	500	0	130	26
5	95	475	25	135	27
10	90	450	50	143	28,6
15	85	425	75	151	30,2
20	80	400	100	156	31,2
30	70	350	150	163	32,6
40	60	300	200	220	44
50	50	250	250	235	47
60	40	200	300	255	51

b) Thời gian đông kết của hồ xi măng: Thời gian đông kết của hồ xi măng có và không có tro trấu được thí nghiệm từ hồ xi măng có độ dẻo tiêu chuẩn đã xác định ở mục a. Kết quả thí nghiệm được trình bày bảng 7.

**Bảng 7. Thời gian đông kết của hồ xi măng**

Tro trấu (%)	Xi măng (%)	N/CKD (%)	Thời gian đông kết (min)	
			Bắt đầu	Kết thúc
0	100	26	85	180
5	95	27	80	205
10	90	28,6	77	235
15	85	30,2	75	250
20	80	31,2	70	270
30	70	32,6	68	310
40	60	44	62	340
50	50	47	64	355
60	40	51	66	380

c) Ảnh hưởng của tro trấu và phụ gia siêu dẻo tới cường độ của vữa xi măng: Mẫu vữa được sử dụng khuôn có kích thước 4x4x16cm, thành phần và cường độ của vữa xi măng có và không có tro trấu được trình bày bảng 8, 9, 10, 11.

**Bảng 8.** Thành phần vữa có cùng độ bệt 105-110mm

Tro trấu		Xi măng		Cát (g)	Nước (g)	Độ bệt (mm)	N/CKD
(%)	(g)	(%)	(g)				
0	0	100	450	1350	194	107	0,43
5	23	95	427	1350	203	105	0,45
10	45	90	405	1350	207	106	0,46
15	68	85	382	1350	216	109	0,48
20	90	80	360	1350	225	106	0,50
30	135	70	315	1350	239	108	0,51
40	180	60	270	1350	257	107	0,55
50	225	50	225	1350	270	110	0,60
60	270	40	180	1350	293	110	0,65

**Bảng 9.** Thành phần vữa có cùng tỷ lệ N/CKD=0,5

Tro trấu		Xi măng		SD		Cát (g)	Nước (g)	N/CKD	Độ bệt (mm)
(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)				
0	0	100	450	0	0	1350	225	0,5	130
5	22,5	95	427,5	0	0	1350	225	0,5	126
10	45	90	405	0,3	1,4	1350	225	0,5	134
15	67,5	85	382,5	0,34	1,5	1350	225	0,5	135
20	90	80	360	0,35	1,6	1350	225	0,5	132
30	135	70	315	0,4	1,8	1350	225	0,5	133
40	180	60	270	0,5	2,3	1350	225	0,5	133
50	225	50	225	0,7	3,2	1350	225	0,5	130
60	270	40	180	0,9	4,1	1350	225	0,5	131

**Bảng 10.** Cường độ vữa có cùng độ bệt 105-110mm, tỷ lệ N/CKD bất kỳ

Độ bệt (mm)	N/CKD	Cường độ chịu uốn, (daN/cm <sup>2</sup> )			Cường độ chịu nén, (daN/cm <sup>2</sup> )		
		7 ngày	28 ngày	60 ngày	7 ngày	28 ngày	60 ngày
107	0,43	52,6	62,1	68,9	350	463	546
105	0,45	53,3	64,6	71,3	360	471	550
106	0,46	55,6	65,4	72,5	365	477	560
109	0,48	54,3	60,9	70,8	349	462	535
106	0,50	47,1	59,4	64,9	307	450	511
108	0,51	41,3	53,9	58,8	260	401	480
107	0,55	36,2	50,8	55,9	232	350	439
110	0,60	33,1	45,3	51,1	197	310	398
110	0,65	29,2	37,1	45,9	165	280	327

**Bảng 11.** Cường độ vừa có cùng tỷ lệ N/CKD=0,5 và độ bệt như nhau

Độ bệt (mm)	N/CKD	Cường độ chịu uốn, (daN/cm <sup>2</sup> )			Cường độ chịu nén, (daN/cm <sup>2</sup> )		
		7 ngày	28 ngày	60 ngày	7 ngày	28 ngày	60 ngày
130	0,5	41,4	50,2	55,7	271	325	399
126	0,5	42,4	55,6	60	280	396	439
134	0,5	43,6	57,3	62,2	282	415	449
135	0,5	46,8	58,9	64,1	300	428	477
132	0,5	47,9	61,7	65	310	453	516
133	0,5	43	60,4	66,1	297	427	504
133	0,5	41,3	53,9	61,1	289	388	469
130	0,5	39,8	51,4	57,2	268	340	421
131	0,5	38	49,5	54,9	260	311	352

**3.3.2 Kết quả thí nghiệm với bê tông**

a) Ảnh hưởng của tro trấu và phụ gia siêu dẻo tới cường độ của bê tông chất lượng cao: Đối với bê tông chất lượng cao tỷ lệ N/X phải nhỏ hơn 0,4. Trong đề tài đã lựa chọn các tỷ lệ N/X là 0,4; 0,35 và 0,3 để nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia siêu dẻo và tro trấu tới cường độ của bê tông chất lượng cao. Mẫu bê được sử dụng khuôn có kích thước 10x10x10cm, thành phần và cường độ của bê tông được trình bày bằng bảng 12, 13, 14, 15, 16, 17

**Bảng 12.** Thành phần bê tông với tỷ lệ N/X=0,3

TT	Cấp phối cho 1 m <sup>3</sup> CKD=500 kg/m <sup>3</sup> ; N/CKD=0,3; μ=1,6									
	Tro trấu, (%)	SD, (%)	Tro trấu, (kg)	XM, (kg)	Cát, (kg)	Đá, (kg)		Nước, (kg)	Độ sụt, (mm)	KLTT $\gamma_{ohh}$ , (T/m <sup>3</sup> )
						5-10	10-20			
1	0	1,41	0	500	774	344	752	164	155	2,526
2	10	1,03	50	450	755	336	735	164	195	2,476
3	15	1,08	75	425	751	334	731	164	165	2,455
4	20	1,15	100	400	746	332	726	164	175	2,427
5	25	1,42	125	375	706	314	688	164	200	2,362

**Bảng 13.** Cường độ chịu nén của bê tông có tỷ lệ N/X=0,3

TT	N/CKD	CKD, (kg)	XM, (%)	Tro trấu, (%)	Cường độ chịu nén, (daN/cm <sup>2</sup> )			
					1 ngày	3 ngày	7 ngày	28 ngày
1	0,3	500	100	0	275	484	703	806
2	0,3	500	90	10	286	557	737	926
3	0,3	500	85	15	307	627	807	968
4	0,3	500	80	20	320	632	827	980
5	0,3	500	75	25	323	645	968	1017

**Bảng 14.** Thành phần bê tông với tỷ lệ  $N/X=0,35$

TT	Cấp phối cho $1\text{ m}^3$ CKD=500 $\text{kg}/\text{m}^3$ ; $N/\text{CKD}=0,35$ ; $\mu=1,6$									
	Tro trấu, (%)	SD, (%)	Tro trấu, (kg)	XM, (kg)	Cát, (kg)	Đá, (kg)		Nước, (kg)	Độ sụt, (mm)	KLTT $\gamma_{\text{ohh}}$ , ( $\text{T}/\text{m}^3$ )
						5-10	10-20			
1	0	0,9	0	500	743	331	725	189	200	2,476
2	10	0,66	50	450	729	325	709	189	210	2,459
3	15	0,9	75	425	724	323	705	188	205	2,442
4	20	0,9	100	400	719	320	700	188	190	2,428
5	25	0,91	125	375	715	318	695	188	185	2,416

**Bảng 15.** Cường độ chịu nén của bê tông có tỷ lệ  $N/X=0,35$

TT	N/CKD	CKD, (kg)	XM, (%)	Tro trấu, (%)	Cường độ chịu nén, ( $\text{daN}/\text{cm}^2$ )			
					1 ngày	3 ngày	7 ngày	28 ngày
1	0,35	500	100	0	237	479	623	745
2	0,35	500	90	10	267	495	676	878
3	0,35	500	85	15	273	512	715	886
4	0,35	500	80	20	277	537	757	915
5	0,35	500	75	25	285	575	782	965

**Bảng 16.** Thành phần bê tông với tỷ lệ  $N/X=0,4$

TT	Cấp phối cho $1\text{ m}^3$ CKD=450 $\text{kg}/\text{m}^3$ ; $N/\text{CKD}=0,4$ ; $\mu=1,7$									
	Tro trấu, (%)	SD, (%)	Tro trấu, (kg)	XM, (kg)	Cát, (kg)	Đá, (kg)		Nước, (kg)	Độ sụt, (mm)	KLTT $\gamma_{\text{ohh}}$ , ( $\text{T}/\text{m}^3$ )
						5-10	10-20			
1	0	1,03	0	450	807	328	684	194	155	2,456
2	10	0,65	45	405	795	323	674	194	170	2,435
3	15	0,85	67,5	382,5	788	320	668	194	165	2,426
4	20	0,92	90	360	784	318	665	194	170	2,418
5	25	0,96	112,5	337,5	779	317	661	194	155	2,405

**Bảng 17.** Cường độ chịu nén của bê tông có tỷ lệ  $N/X=0,4$

TT	N/CKD	CKD, (kg)	XM, (%)	Tro trấu, (%)	Cường độ chịu nén, ( $\text{daN}/\text{cm}^2$ )			
					1 ngày	3 ngày	7 ngày	28 ngày
1	0,4	450	100	0	129	300	487	596
2	0,4	450	90	10	172	356	570	754
3	0,4	450	85	15	185	357	623	843
4	0,4	450	80	20	188	366	630	853
5	0,4	450	75	25	211	435	677	858

b) Ảnh hưởng của tro trấu và phụ gia siêu dẻo tới khả năng chống thấm của bê tông: Được đánh giá thông qua hệ số thấm D'Arcy của mẫu bê tông có và không có phụ gia. Hệ số thấm được xác định trên thiết bị đo độ thấm nước tự động do Italia sản xuất. các mẫu bê tông có kích thước  $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}$ , được đúc từ hỗn hợp bê

tông có tỷ lệ N/X=0,55. Sau khi dưỡng hộ 7 ngày, mẫu được đem đi thử chống thấm. Mỗi cấp phối sử dụng 3 viên mẫu trên một lần thử, sau khi thử chống thấm mẫu được đem nén để xác định cường độ. Thành phần, kết quả hệ số thấm và cường độ nén của bê tông được trình bày trên bảng 18, 19.

**Bảng 18. Thành phần bê tông cầu các mẫu thử hệ số thấm D'Arcy**

Ký hiệu	Tro trấu, (kg)	XM, (kg)	SD, (%)	Nước, (kg)	Cát, (kg)	Đá, (kg)		N/CKD	Độ sụt, (mm)
						5-10	10-20		
CT1	75	425	0,93	164	751	334	731	0,3	165
CT2	0	350	0	207	838	340	711	0,55	50
CT3	52,5	297,5	0	207	823	334	698	0,55	40

**Bảng 19. Hệ số thấm nước và cường độ chịu nén của bê tông**

Ký hiệu	Tro trấu, (%)	CKD, (kg)	SD, (%)	N/CKD	Cát, (kg)	Đá dăm 5-20, (kg)	K, (m/s)	Rn**, (daN/cm <sup>2</sup> )
CT1-1	15	500	0,93	0,3	751	1065	0	873
CT1-2	15	500	0,93	0,3	751	1065	0	813
CT1-3	15	500	0,93	0,3	751	1065	0	825
Trung bình							0*	837
CT2-1	0	350	0	0,55	838	1051	$12,1 \times 10^{-12}$	335
CT2-2	0	350	0	0,55	838	1051	$10,5 \times 10^{-12}$	340
CT2-3	0	350	0	0,55	838	1051	$8,9 \times 10^{-12}$	340
Trung bình							$10,5 \times 10^{-12}$	338
CT3-1	15	350	0	0,55	823	1032	$2,8 \times 10^{-12}$	425
CT3-2	15	350	0	0,55	823	1032	$1,6 \times 10^{-12}$	435
CT3-3	15	350	0	0,55	823	1032	$2,8 \times 10^{-12}$	430
Trung bình							$2,4 \times 10^{-12}$	430

**Ghi chú:** \* Mẫu thí nghiệm CT1 được thực hiện ở tuổi 7 ngày, dưới áp lực 27,5 atmôphe trong thời gian 14 ngày không có nước thấm qua.

\*\* Mẫu thí nghiệm được nén ở tuổi 14 ngày, riêng cấp phối CT1 nén ở tuổi 21 ngày.

### 3.3.3. Nhận xét kết quả thí nghiệm

#### a) Hồ xi măng:

Phối hợp tro trấu với xi măng thì độ dẻo tiêu chuẩn của hồ xi măng tăng lên theo tỷ lệ thuận theo hàm lượng tro trấu. Tuy nhiên hàm lượng tro trấu <30% thì độ dẻo của hồ xi măng tăng lên không nhiều, chỉ khi hàm lượng tro trấu từ 40% trở lên thì sự tăng độ dẻo của hồ có sự đột biến. Như vậy, khi sử dụng trong vữa và bê tông, tro trấu sẽ làm tăng lượng nước nhào trộn cần thiết để đạt một độ lưu động cho trước. Do đó muốn tăng cường độ của vữa hoặc bê tông, phát huy tác dụng hoạt tính cao của tro trấu thì phải sử dụng phụ gia siêu dẻo để triệt tiêu ảnh hưởng nhược điểm của tro trấu.

Đối với lanhke của Nhà máy xi măng Bỉm Sơn, việc sử dụng tro trấu làm phụ gia cho vữa và bê tông với hàm lượng 60% sẽ không gây trở ngại cho công tác thi công.

#### b) Vữa xi măng:

Sử dụng tro trấu chỉ có lợi về mặt cường độ khi kết hợp với phụ gia siêu dẻo. Khi không có phụ gia siêu dẻo thì chỉ nên sử dụng tro trấu với hàm lượng <20%.

#### c) Bê tông chất lượng cao:



Khi giảm tỷ lệ N/X bằng cách sử dụng phụ gia siêu dẻo, cường độ của bê tông đối chứng tăng một cách đáng kể. Với tỷ lệ N/X=0,4; 0,35 và 0,3 cường độ của các mẫu bê tông 10x10x10cm ở 28 ngày tuổi đạt mức 600, 700 và 800 daN/cm<sup>2</sup>. Khi thay thế một phần xi măng bằng tro trấu, cường độ của tất cả các mẫu bê tông tại tất cả các ngày tuổi, với hàm lượng tro trấu từ 10% đến 25%, không những không giảm mà đều cao hơn cao hơn so với các mẫu đối chứng có cùng tỷ lệ N/CKD. Hơn nữa khi thay thế một phần xi măng bằng tro trấu và giữ nguyên tỷ lệ N/CKD, cường độ của bê tông tăng lên theo hàm lượng tro trấu thay thế. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả thí nghiệm cường độ vữa.

Khi hỗn hợp bê tông có tỷ lệ N/CKD càng thấp thì tro trấu đưa vào nên giới hạn ở mức < 25%. Đối với bê tông thông dụng có tỷ lệ N/CKD > 0,4 thì không cần thiết phải sử dụng phụ gia siêu dẻo, mà chỉ cần sử dụng phụ gia tăng dẻo thông thường. Khi đó có thể tăng hàm lượng tro trấu trong chất kết dính.

Bê tông tro trấu có sự phát triển cường độ nhanh hơn so với bê tông đối chứng, thậm chí sau một ngày dưỡng hộ cường độ của bê tông tro trấu vẫn cao hơn cường độ bê tông đối chứng. Đây là điểm khác biệt của tro trấu so với các phụ gia khoáng thông thường khác như tro bay, Puzolan, xỉ lò cao... Khi sử dụng các phụ gia khoáng hoạt tính để thay thế một phần xi măng thì cường độ của bê tông có phụ gia bao giờ cũng thấp hơn cường độ của bê tông đối chứng ở những ngày đầu đóng rắn, chỉ từ khoảng > 28 ngày bê tông có phụ gia mới có cường độ bằng hoặc cao hơn so với bê tông đối chứng. Nguyên nhân là do độ hoạt tính của các loại phụ gia này thấp hơn của tro trấu.

Tro trấu đã làm giảm đáng kể độ rỗng mao quản trong bê tông, biến các rãnh mao quản hở, thông nhau thành các mao quản kín, hoặc giảm kích thước của các mao quản này đến kích thước của các lỗ rỗng gel, làm giảm hệ số thấm D'Arcy và tăng cường độ cho bê tông.

#### 4. Kết luận và kiến nghị

##### a) Đối với hồ xi măng:

Do cấu trúc xốp và tỷ diện tích bề mặt lớn của các hạt, tro trấu làm tăng độ dẻo tiêu chuẩn của hồ xi măng khi sử dụng làm phụ gia khoáng hoạt tính trong xi măng. Lượng dùng phụ gia đưa vào càng nhiều, độ dẻo tiêu chuẩn của hồ xi măng càng tăng, nhất là khi hàm lượng tro trấu trên 40%.

Tro trấu rút ngắn thời gian bắt đầu đông kết và kéo dài thời gian đông kết của hồ xi măng. Nhưng hàm lượng tro trấu đến 60% xi măng tro trấu vẫn đạt các yêu cầu về thời gian đông kết theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6017: 1995 [7].

##### b) Đối với vữa xi măng:

Tro trấu làm tăng lượng nước nhào trộn cần thiết để vữa xi măng tro trấu đạt tính công tác như vữa đối chứng. Tương tự, để giữ nguyên tỷ lệ N/CKD, lượng phụ gia siêu dẻo cũng tăng lên khi tăng hàm lượng tro trấu trong chất kết dính. Chỉ nên sử dụng tro trấu với hàm lượng < 30%, vì trên giới hạn này lượng nước tiêu chuẩn của vữa xi măng tro trấu tăng đột biến.

Cường độ của vữa xi măng tro trấu bằng hoặc cao hơn chút ít so với cường độ vữa đối chứng có cùng độ bệt khi hàm lượng tro trấu < 15%, và thấp hơn khi hàm lượng này vượt quá 15%.

Khi phối hợp với phụ gia siêu dẻo, tro trấu làm tăng đáng kể cường độ của vữa xi măng tro trấu có cùng tỷ lệ N/CKD như vữa xi măng đối chứng. Lượng tro trấu có thể tăng lên đến 60% mà không làm giảm cường độ so với mẫu đối chứng. tuy nhiên khi đó cần phải tăng lượng phụ gia siêu dẻo một cách tương ứng.

##### c) Đối với bê tông:

Khi thay thế một phần xi măng bằng tro trấu và phối hợp với phụ gia siêu dẻo, cường độ của bê tông tro trấu cao hơn so với bê tông đối chứng. Với tỷ lệ N/CKD = 0,3 và hàm lượng tro trấu 25%, có thể đạt được cường độ 1000 daN/cm<sup>2</sup> ở 28 ngày.

Bê tông tro trấu có tốc độ phát triển cường độ nhanh hơn bê tông đối chứng.

Tro trấu làm giảm hệ số thấm nước của bê tông 5 lần so với bê tông đối chứng có tỷ lệ N/CKD = 0,55. Khi phối hợp sử dụng với phụ gia siêu dẻo và giảm tỷ lệ N/CKD còn 0,3 thì bê tông tro trấu hoàn toàn không thấm nước sau 14 ngày dưới áp suất nước 27,5 atm.

Dựa trên kết quả nghiên cứu thực nghiệm có thể kiến nghị đề xuất phương hướng nghiên cứu tiếp theo như sau:

- So sánh mức độ ảnh hưởng của hai yếu tố vi cốt liệu và yếu tố hoạt tính puzolaníc của phụ gia tro trấu.
- Bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm nghiên cứu, tìm ra lượng dùng phụ gia tro trấu và phụ gia siêu dẻo một cách có hiệu quả nhất cho các tỷ lệ N/CKD và lượng dùng chất kết dính khác nhau.
- Nghiên cứu khả năng chống xâm thực (chống ăn mòn sunphát, ăn mòn cốt thép do ion clo, ăn mòn kiềm – cốt liệu) của bê tông khi sử dụng hai loại phụ gia trên.

---

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

---

1. Mehta, P.K., "Rice husk ash-a unique supplementary cementing material", in: *Advances in Concrete Technology*, (Ed. V.M. Malhotra), Canada Centre for Mineral and Energy Technology, Ottawa, 1994, pp.419-444.
2. Houston, D.F., "Rice Hulls", *Rice Chemistry and Technology*, (Ed.D.F.Houston), American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, 1972, pp. 301-352.
3. "Final Report of RILEM TC 73-SBC, "Siliceous by-products for use in concrete", *J. Materials and Structures*, Vol. 21, N°121, 1988, pp.69-80.
4. C128-97 Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate.
5. C127-88 Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate.
6. TCVN 6016: 1995 Xi măng – Phương pháp thử xác định độ bền
7. TCVN 6017: 1995 Xi măng – Phương pháp thử xác định thời gian đông kết và độ ổn định.
8. 14TCN 65-2002 Bê tông – Phương pháp thử xác định hệ số thấm nước.