



NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VỮA KHÔ CƯỜNG ĐỘ CAO RẮN NHANH SỬ DỤNG CHO MỐI NỐI VÀ CÔNG TÁC SỬA CHỮA KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

Ngô Kim Tuấn¹, Vũ Đình Đẩu²

Tóm tắt: Để đáp ứng nhu cầu tạo mối nối cho kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép và sửa chữa nhanh kết cấu bê tông bị hư hỏng đề tài đã tiến hành nghiên cứu chế tạo vữa khô cường độ cao rắn nhanh không co có độ chảy cao dễ thi công. Vữa được chế tạo từ cát vàng, chất kết dính đa thành phần từ xi măng, silicafume và tro bay với sự có mặt của phụ gia hóa học gồm phụ gia rắn nhanh, phụ gia siêu dẻo và phụ gia nở. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo vữa khô của tác giả. Tính chất của loại vữa này đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật cần thiết của vữa cùng loại cụ thể là vữa có tính công tác, tức độ chảy, lớn hơn 200 mm, cường độ nén sau 3 giờ cao hơn 3,5 MPa, cường độ nén tuổi 28 ngày cao hơn 70 MPa. Vữa có độ bám dính tốt với bê tông nền và không co.

Từ khóa: Vữa khô trộn sẵn; vữa cường độ cao rắn nhanh.

Summary: In order to satisfy the demand for joints in precast concrete structures as well as for repairing works of deteriorated concrete structure, the research and development of high-strength rapid-hardening dry-mixed mortar which is non-shrinkable and high-flowable were carried out. This mortar was made of river sand, multi-system binder comprising Portland cement, Silica-fume, Fly ash in presence of chemical admixtures like accelerator, High Range Water Reducing admixture and expansion agent. This paper presents the research results on dry-mixed mortar developed by the author. This mortar complies to all technical requirements for such a type of mortar, in particular it has excellent workability characterized by flowability more than 200 mm, its compressive strength is not less than 3.5 MPa and 70 MPa after 3 days and 28 days, respectively. This mortar shows excellent bonding with concrete substrate with no shrinkage.

Keywords: Dry-mixed mixed mortar; high-strength rapid-hardening mortar.

Nhận ngày 10/4/2015, chỉnh sửa ngày 20/4/2015, chấp nhận đăng 30/6/2015



1. Giới thiệu

Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thường có tuổi thọ lâu dài, tuy nhiên do tác động vật lý và hóa học dẫn đến hư hỏng làm giảm tuổi thọ. Vì vậy, đi đôi với quá trình xây mới là việc cải tạo, sửa chữa công trình và đòi hỏi vật liệu sửa chữa có các tính năng kỹ thuật cao [1]. Ngoài ra, thi công lắp ghép đang được ứng dụng phổ biến đòi hỏi một loại vữa liên kết có chất lượng cao và thời gian thi công nhanh [2]. Cho đến thời điểm hiện tại đã có nhiều sản phẩm vữa với tên gọi chung là vữa không co cường độ cao được cung cấp bởi các nhà sản xuất trong nước. Tuy nhiên giá thành, tính năng kỹ thuật và tốc độ đông rắn của các loại vữa này chưa đáp ứng yêu cầu kỹ thuật, do vậy thị trường cung cấp loại vữa này chủ yếu do các công ty nước ngoài nắm giữ. Vì vậy, việc nghiên cứu chế tạo loại vữa với đầy đủ các tính năng kỹ thuật trên cơ sở các vật liệu có sẵn trong nước là rất cần thiết. Các nghiên cứu trước đó sử dụng phụ gia khoáng silicafume, tro bay, kết hợp với phụ gia siêu dẻo và phụ gia bù co ngót có thể chế tạo vữa có độ chảy cao, không co ngót, cường độ nén

¹ThS, Khoa Vật liệu Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng. Email: kimtuanblack@gmail.com.

²PGS. TS, Khoa Vật liệu Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng.

đạt từ 60 - 80 MPa. Sử dụng phụ gia bù co ngót gốc Canxi Sulfoaluminate với hàm lượng từ 4 - 5% lượng dùng xi măng đảm bảo độ nở của vữa từ 0 - 3 mm/m [3]. Chế tạo vữa và bê tông đóng rắn nhanh đáp ứng yêu cầu ASTM C 928-00 [4] cần thiết sử dụng chất kết dính đóng rắn nhanh đạt được cường độ > 4 N/mm² sau 2-3 giờ hoặc > 20 N/mm² sau 4 giờ đối với đóng rắn cực nhanh [5]. Một số phụ gia hóa học được sử dụng để chế tạo chất kết dính đóng rắn cực nhanh như hỗn hợp thủy tinh lỏng và kali florua hoặc canxi aluminat cho phép chế tạo vữa đóng rắn nhanh có cường độ nén đạt 5,2 MPa sau 3 giờ [6]. Ngày nay, các phụ gia hiệu quả và mang tính thương mại được sử dụng thường chứa natri và các muối nitrat (NO₃-), nitrit (NO₂-) và thường kết hợp với thiocyanate (SCN-) [7, 8]. Không giống như canxi nitrat hoặc canxi nitrit, các hợp chất kiềm và muối canxi của axit thiocyanic (HSCN) hầu như không ảnh hưởng đến tốc độ đông kết của xi măng poóc lăng mà chỉ ảnh hưởng đến tốc độ phát triển cường độ [8]. Nhiều nghiên cứu [2, 9] đã tìm ra tỷ lệ sử dụng hợp lý của canxi nitrat (CN) kết hợp với natri thiocyanate (NT) được sử dụng ở dạng trộn sẵn với xi măng (dạng vữa khô trộn sẵn). Phạm vi tối ưu của canxi nitrat (CN) (hoặc khi kết hợp với natri thiocyanate (NT)) là dưới 5% khối lượng xi măng, khi sử dụng trên 5% khối lượng xi măng không đáp ứng theo tiêu chuẩn kỹ thuật ASTM C595.

Tác giả tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của hỗn hợp phụ gia rắn nhanh, phụ gia khoáng đến các tính chất của chất kết dính và vữa. Kết quả nghiên cứu chế tạo vữa khô trộn sẵn đóng rắn nhanh được trình bày trong phần tiếp theo trong bài báo này.



2. Nguyên vật liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1 Nguyên vật liệu sử dụng

Tác giả sử dụng nguyên vật liệu sẵn có trên thị trường Việt Nam, được lựa chọn với mục đích chế tạo hỗn hợp vữa có tính công tác tốt, cường độ cao và tốc độ phát triển cường độ nhanh, không co ngót.

- Xi măng PC40 Bút Sơn (Bảng 1)
- Cát vàng sông Lô có Modul độ lớn 2.6 (Bảng 2)
- Silicafume dạng hạt do Công ty Elken Viet Nam cung cấp, kích thước hạt trung bình 0,151 μm . (Bảng 3)
- Tro tuyển nhiệt điện Phả Lại (Bảng 4)
- Phụ gia siêu dẻo dạng bột, gốc polycarboxylate thế hệ thứ 3, có màu trắng xám.
- Thành phần gây nở SAKA-I là khoáng sulfoaluminat canxi $3(\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3).\text{CaSO}_4$
- Phụ gia đẩy nhanh tốc độ đông kết: Canxi Nitrate $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2.4\text{H}_2\text{O}$, phụ gia thúc đẩy tốc độ phát triển cường độ: Natri thioxyanate (NaSCN). Hỗn hợp phụ gia rắn nhanh đều ở dạng tinh thể dễ hòa tan trong nước.

Bảng 1. Thành phần khoáng của xi măng PC40 Bút Sơn

STT	Tính chất	Đơn vị	Kết quả	TCVN 2682:2009	Phương pháp thử
1	Độ mịn qua sàng N.009	%	0	≤ 10	TCVN 403 0-2003
2	Lượng nước tiêu chuẩn	%	29.5	-	TCVN 6017 -1995
3	Thời gian bắt đầu đông kết	Phút	105	≥ 45	TCVN 6017 -1995
4	Thời gian kết thúc đông kết	Phút	180	≤ 375	TCVN 6017 -1995
5	Cường độ nén 3 ngày $\pm 45\text{min}$	Mpa	28.8	≥ 21	TCVN 6016 -2011
6	Cường độ nén 28 ngày $\pm 8\text{h}$	Mpa	46.7	≥ 40	TCVN 6016 -2011

Bảng 2. Một số tính chất của cát vàng

Các chỉ tiêu đánh giá	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp xác định
Khối lượng riêng	g/cm^3	2.6	TCVN 7572-4:2006
Độ ẩm	%	2.1	TCVN 7572-4:2006
Độ ẩm bão hòa bề mặt khô	%	1.1	TCVN 7572-4:2006
KLTT trạng thái khô	g/cm^3	2.315	TCVN 7572-4:2006
Khối lượng thể tích chọc chặt	g/cm^3	1.72	TCVN 7572-4:2006

Bảng 3. Tính chất và thành phần hạt của silica fume

STT	Đường kính các cỡ hạt (μm)	0.132	0.140	0.150	0.160	0.171
1	% các cỡ hạt nhỏ hơn	10	25	50	75	90
2	Kích thước trung bình (μm)	0.151				
3	Khối lượng riêng (g/cm^3)	2.2				
4	Khối lượng thể tích xốp (g/cm^3)	0.25				

Bảng 4. Một số tính chất của tro bay

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	Tổng hàm lượng các ôxit SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3	%	90.51
2	Hàm lượng MK	%	3.89
3	Độ mịn trên sàng 45 μm	%	23.2
4	Chỉ số hoạt tính cường độ	%	
	- ở tuổi 7 ngày		80.1
	- ở tuổi 28 ngày		84.8

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Với đối tượng nghiên cứu là các tính chất của nguyên vật liệu, tính chất của hỗn hợp chất kết dính (CKD) và một số tính chất của vữa khô đóng rắn nhanh, tác giả sử dụng các phương pháp tiêu chuẩn trong và ngoài nước nhằm kiểm tra, đánh giá các tính chất cơ lý của xi măng, phụ gia khoáng, cốt liệu và các tính chất của hỗn hợp vữa và vữa đã rắn chắc. Tác giả sử dụng phần mềm Design Expert 8 hỗ trợ việc tính toán quy hoạch thực nghiệm.

Nghiên cứu tiến hành tối ưu hóa hàm lượng sử dụng của hỗn hợp phụ gia rắn nhanh xác định với hồ xi măng có tỷ lệ $N/X=0.4$. Sử dụng phần mềm Design Expert 8 để đưa ra hàm lượng hợp lý của hỗn hợp silicafume và tro bay với tỷ lệ $N/CKD=0.4$ và có sử dụng hỗn hợp phụ gia rắn nhanh với hàm lượng tối ưu. Sau khi đã cố định các hàm lượng phụ gia, tác giả sử dụng quy hoạch thực nghiệm với 2 nhân tố N/CKD và CL/CKD tìm ra cấp phối vữa tối ưu và xác định một số tính chất của vữa.



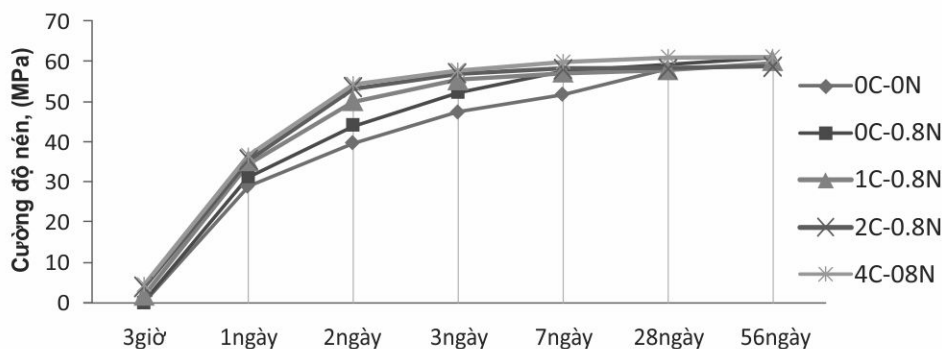
3. Kết quả nghiên cứu

3.1 Xác định hàm lượng phụ gia rắn nhanh tối ưu

Hàm lượng phụ gia tối ưu được lựa chọn dựa trên ảnh hưởng của từng loại phụ gia rắn nhanh và của hỗn hợp phụ gia rắn nhanh đến các tính chất của xi măng. Kết quả bảng 5 cho thấy phụ gia rắn nhanh canxi nitrat làm giảm mạnh thời gian đông kết trong khi natri thiocyanate ảnh hưởng không đáng kể. Khi kết hợp 2 loại phụ gia này ở tỷ lệ 4% canxi nitrat và 0,8% natri thiocyanate cho phép giảm thời gian bắt đầu và kết thúc đông kết tương ứng 81% và 75 % so với mẫu đối chứng không sử dụng phụ gia. Cường độ và tốc độ phát triển cường độ của đá xi măng là chỉ tiêu quan trọng nhất khi xác định hàm lượng tối ưu phụ gia rắn nhanh. Canxi nitrat thúc đẩy sự phát triển cường độ của đá xi măng ở tuổi sớm, đặc biệt là dưới 1 ngày tuổi. Ngược lại, natri thiocyanate làm tăng tốc độ phát triển cường độ của đá xi măng ở các tuổi muộn hơn. Với tỷ lệ 4% canxi nitrat và 0,8% natri thiocyanate, cường độ đá xi măng ở 1 ngày, 2 ngày, 3 ngày và 7 ngày tăng so với mẫu đối chứng tương ứng 26.3%, 37.1%, 22.2% và 15.3%. Cường độ tuổi 28 ngày xấp xỉ bằng cường độ của mẫu đối chứng. Tuy nhiên, đến 56 ngày cường độ có xu hướng giảm so với mẫu đối chứng. Hàm lượng hỗn hợp phụ gia rắn nhanh tối ưu được lựa chọn cho các nghiên cứu tiếp theo là 4% canxi nitrat và 0,8% natri thiocyanate. Kết quả thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 5 và minh họa trong Hình 1.

Bảng 5. Ảnh hưởng của hỗn hợp phụ gia rắn nhanh đến cường độ của đá xi măng

CP	CN (%X)	NT (%X)	N/X	Độ chảy (mm)	Cường độ nén (MPa)						
					3 giờ	1 ngày	2 ngày	3 ngày	7 ngày	28 ngày	56 ngày
P0	0	0	0.4	95	0	28.9	39.6	47.3	51.8	58.3	60.1
P1	0	0.8	0.4	140	0	31.4	44.1	52.3	57.2	59.2	61.2
P2	1	0.8	0.4	150	1.8	35.2	50.1	55.5	57.5	58	60
P3	2	0.8	0.4	157.5	3.7	35.7	53.3	56.7	58.1	59.1	59.8
P4	4	0.8	0.4	170	4.4	36.5	54.3	57.8	59.7	61.1	61



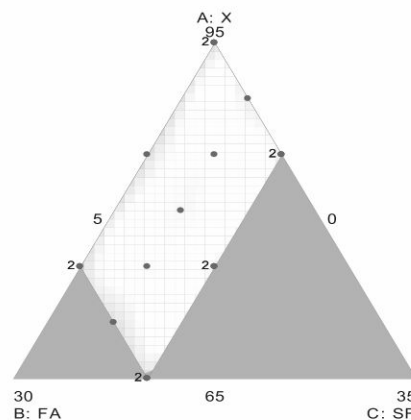
Hình 1. Ảnh hưởng của hỗn hợp PGRN đến cường độ của đá xi măng

3.2 Xác định hàm lượng sử dụng hỗn hợp phụ gia khoáng

Phụ gia khoáng tro bay nâng cao tính công tác và giảm lượng dùng xi măng, giảm co ngót, tuy nhiên khi sử dụng ở hàm lượng cao có thể gây hiện tượng tách nước và suy giảm cường độ. Việc kết hợp tro bay với silicafume mang lại các hiệu ứng hóa học và vật lý nhằm cải thiện và nâng cao một số tính chất của chất kết dính và vữa, thành phần hoạt tính tác dụng với canxi hidroxit tạo thành các khoáng mới (CSH) có khả năng kết dính và có cường độ, tăng tính công tác, giảm sự phân tầng, tách nước, tăng cường độ cho vữa, tăng khả năng chống thấm và giảm độ co ngót, giảm nhiệt thủy hóa cũng như tăng tuổi thọ của vữa. Đối với các tính chất trên, ảnh hưởng đến cường độ và tốc độ phát triển cường độ là yếu tố quan trọng nhất đối với mục tiêu chế tạo vữa đóng rắn nhanh. Ứng dụng D-optimal của phần mềm Design Expert 8 cho phép xác định tỷ lệ tối ưu của hỗn hợp chất kết dính (CKD) với 3 thành phần: xi măng (X), silicafume (SF) và tro bay (FA), trong đó $X + FA + SF = 100\%$; khoảng biến thiên của các biến như sau: $65\% \leq X \leq 95\%$; $0\% \leq FA \leq 20\%$; $5\% \leq SF \leq 15\%$. Các điểm thí nghiệm và mô hình thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 6 và Hình 2.

Bảng 6. Các điểm thí nghiệm và kết quả thí nghiệm

Run	Component 1	Component 2	Component 3	Response 2	Response 3
	A:X	B:FA	C:SF	R 3h	R 3 ngày
	%	%	%	MPa	Mpa
1	80	10	10	4.6	59
2	65	20	15	3.2	38.5
3	75	10	15	4.2	48
4	90	0	10	5	66
5	85	10	5	4.7	55
6	75	15	10	4.1	48
7	85	5	10	5	62
8	95	0	5	5.2	61.2
9	85	0	15	4.5	58
10	75	10	15	4.3	48
11	75	20	5	4	42
12	65	20	15	2.7	37
13	70	20	10	3.4	43.7
14	75	20	5	4.1	40.5
15	95	0	5	5.4	62.5
16	85	0	15	4.7	56.5



Hình 2. Mô hình thí nghiệm tối ưu hóa thành phần CKD

Các phương trình hồi quy thể hiện sự phụ thuộc của các nhân tố X, SF và FA đến hàm mục tiêu là cường độ của hồ chất kết dính đã rắn chắc ở tuổi 3 giờ và 3 ngày:

$$R_{3\text{giờ}} = 5.45 \cdot X - 27.37 \cdot FA - 11.21 \cdot SF + 34.18 \cdot X \cdot FA + 13.43 \cdot X \cdot SF + 27.61 \cdot SF \cdot FA$$

$$R_{3\text{ngày}} = 61.91 \cdot X + 18.31 \cdot FA - 97.41 \cdot SF + 36.47 \cdot X \cdot FA + 219.1 \cdot X \cdot SF + 260 \cdot SF \cdot FA - 100.84 \cdot X \cdot FA \cdot SF$$

Tối ưu hóa thành phần chất kết dính, đề tài lựa chọn tỷ lệ của 3 nhân tố ở mức tối ưu: 80% X, 10% SF và 10% FA, kết quả dự đoán theo phương trình hồi quy: $R_{3\text{giờ}} = 4.6 \text{ MPa}$, $R_{3\text{ngày}} = 56,8 \text{ MPa}$.

3.3 Xác định thành phần cấp phối vữa

Cấp phối vữa tính cho 1000 Kg vữa khô được tối ưu hóa theo phương pháp quy hoạch thực nghiệm với hàm mục tiêu là cường độ của vữa ở các tuổi 3 giờ, 1 ngày, 3 ngày và 28 ngày. Hai nhân tố đầu vào được lựa chọn là tỷ lệ N/CKD và tỷ lệ CL/CKD. Tỷ lệ phụ gia siêu dẻo được điều chỉnh để hỗn hợp vữa đạt được tính công tác theo yêu cầu. Hàm lượng phụ gia nở được lựa chọn là 5% theo khối lượng CKD. Các thành phần còn lại được cố định theo các kết quả đã nghiên cứu ở trên, cụ thể:

Hỗn hợp phụ gia khoáng: 10%SF – 10%FA

Hỗn hợp phụ gia rắn nhanh: 4%CN - 0.8%NT

Phụ gia nở: 5% CKD

Biến số và khoảng biến thiên: $A = CL/CKD = 0.8 \div 1.4, \Delta A = 0.3$

$B = N/CKD = 0.24 \div 0.28, \Delta B = 0.02$

Bảng cấp phối thí nghiệm vữa, các kết quả độ chảy của hỗn hợp vữa và cường độ nén của vữa được thể hiện trong Bảng 7.

Bảng 7. Cấp phối vữa và các kết quả độ chảy và cường độ nén

X (kg)	CL (kg)	SF (kg)	FA (kg)	No (kg)	N (l)	CN (kg)	NT (kg)	SD (kg)	Độ chảy (mm)	Cường độ nén			
										R 3giờ	R ₁	R ₃	R ₂₈
445	444	55.6	55.6	22.2	133.4	17.79	3.56	1.95	265	3.1	49.2	65	74.5
445	444	55.6	55.6	22.2	155.7	17.79	3.56	1.11	260	2.7	44	51	59.7
334	583	41.7	41.7	16.7	100.1	13.34	2.67	1.67	210	2.8	44.9	63	72.3
334	583	41.7	41.7	16.7	116.8	13.34	2.67	1.04	220	1.8	38	49	61.3
381	524	47.6	47.6	19.0	110.3	15.23	3.05	1.67	225	3	53	70	83.5
381	524	47.6	47.6	19.0	137.2	15.23	3.05	1.43	220	1.8	40	52	60
476	405	59.5	59.5	23.8	154.7	19.04	3.81	1.49	250	4	46	54	64.5
318	603	39.7	39.7	15.9	103.2	12.70	2.54	1.19	220	2.6	45	55	62.7
381	524	47.6	47.6	19.0	123.8	15.23	3.05	1.19	235	4.1	48	60	76
381	524	47.6	47.6	19.0	123.8	15.23	3.05	1.19	240	3.9	50.5	62.5	75.5
381	524	47.6	47.6	19.0	123.8	15.23	3.05	1.19	235	4.2	51	63.2	76
381	524	47.6	47.6	19.0	123.8	15.23	3.05	1.19	235	3.8	49.5	64.8	77
381	524	47.6	47.6	19.0	123.8	15.23	3.05	1.19	235	4.3	52	61	74

Phương trình hồi quy thể hiện ảnh hưởng của các nhân tố đầu vào đến hàm mục tiêu:

$$R_{3\text{giờ}} = 4.06 - 0.39*A - 0.4*B - 0.89*A^2 - 0.44*B^2$$

$$R_{1\text{ngày}} = 50.2 - 3.81*A - 1.46*B - 0.43*A*B - 2.34*A^2 - 2.84*B^2$$

$$R_{3\text{ngày}} = 62.3 - 6.68*A - 0.32*B - 0.84*A^2 - 4.09*B^2$$

$$R_{28\text{ngày}} = 75.7 - 7.38*A - 0.39*B + 0.95*A*B - 2.16*A^2 - 6.23*B^2$$

Cấp phối vữa tối ưu (Bảng 8) được chọn trên cơ sở thỏa mãn đồng thời $R_{3\text{giờ}}^{\text{Max}}, R_{1\text{ngày}}^{\text{Max}}, R_{3\text{ngày}}^{\text{Max}}, R_{28\text{ngày}}^{\text{Max}}$, trong đó mức ưu tiên dành cho cường độ ở tuổi 3 giờ đạt Max.

Bảng 8. Cấp phối tối ưu về cường độ

Biến mã		Biến thực		R3h	R1	R3	R28
A	B	N/CKD	CL/CKD				
0	-0.4	0.26	0.99	4.17	51.12	63.49	76.82

3.4 Các tính chất của vữa không co cường độ cao đông rắn nhanh

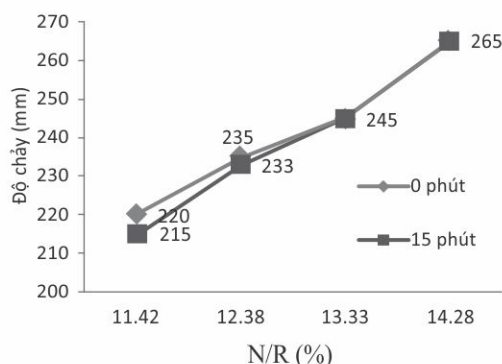
Với cấp phối vữa tối ưu được lựa chọn, nghiên cứu tiến hành xác định các tính chất cơ bản của vữa cường độ cao, đông rắn nhanh và không co ngót, tổng hợp các kết quả nghiên cứu được thể hiện trong Bảng 9, trong đó tỷ lệ N/CKD đã được quy đổi sang tỷ lệ N/R.

Khi tăng tỷ lệ N/R từ 11.42 đến 14.28, độ chảy của hỗn hợp vữa tăng từ 220 mm đến 265 mm. Mức độ tăng độ chảy lớn hơn ở các tỷ lệ N/R lớn, tuy nhiên hiện tượng phân tầng tách nước không xảy ra Hình 3.

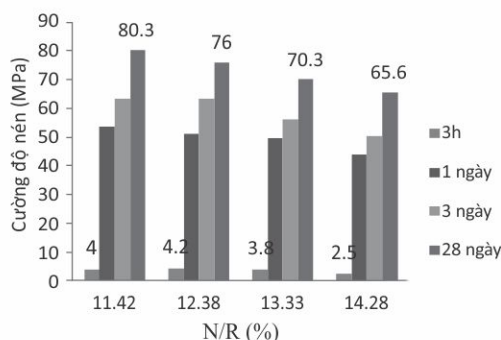
Khi tăng tỷ lệ CL/CKD thì cả độ chảy và cường độ nén đều bị ảnh hưởng, tuy nhiên mức độ ảnh hưởng đến độ chảy là rõ rệt hơn. Cường độ nén của mẫu vữa giảm khi tăng tỷ lệ CL/CKD và mức độ giảm không lớn. Tuy nhiên lại ảnh hưởng đáng kể đến cường độ ở các tuổi 3 giờ và 1 ngày. Khi CL/CKD > 1.3 thì sẽ không đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật của vữa đông rắn nhanh theo ASTM C 928-00.

Bảng 9. Các tính chất của cấp phối vữa tối ưu

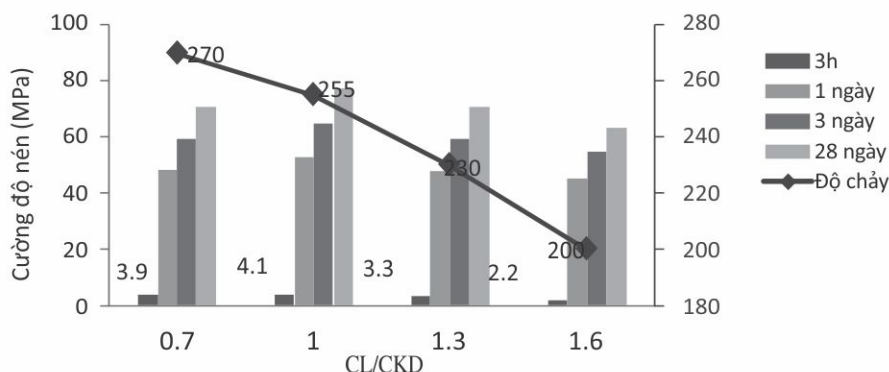
Chỉ tiêu	Kết quả thí nghiệm
Độ chảy (mm)	
Sau khi trộn (0 phút)	235
Sau khi trộn 15 phút	233
Cường độ nén (Mpa)	
3 giờ	4.1
1 ngày	50.3
3 ngày	63.4
28 ngày	75.8
Cường độ bám dính (MPa)	
Bê tông nền M40	2.8
Bê tông nền M60	2.6
Bê tông nền M80	2.1
Độ co ngót (mm/m)	
6 giờ	0.8
1 ngày	2.3
3 ngày	1,3
7 ngày	0,4
28 ngày	0,2



Hình 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ N/R đến độ chảy của vữa

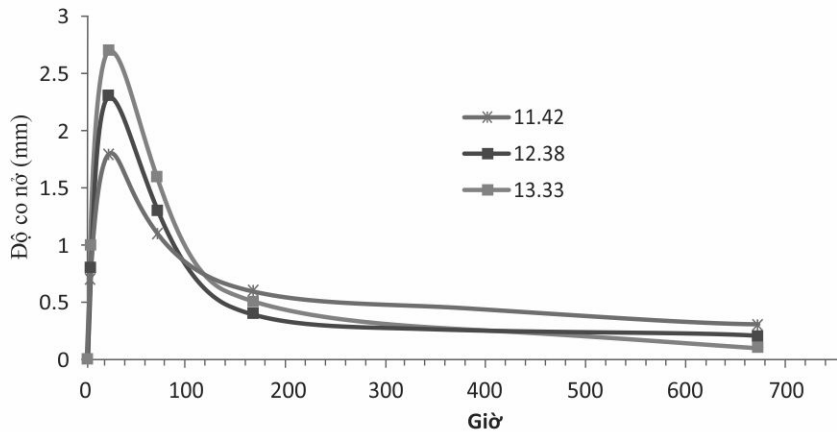


Hình 4. Ảnh hưởng của tỷ lệ N/R đến cường độ nén và tốc độ phát triển cường độ nén của vữa



Hình 5. Ảnh hưởng của tỷ lệ CL/CKD đến độ chảy, cường độ nén và tốc độ phát triển cường độ nén của vữa

Ảnh hưởng của tỷ lệ N/R đến độ co nở của vữa được thể hiện trong Hình 6. Trong thời gian đầu, vữa chịu tác động mạnh của phụ gia nở nên có hiện tượng nở khá mạnh. Với tỷ lệ N/R cao, ở 1 ngày tuổi mẫu có độ nở thể tích nhiều hơn so với ở tỷ lệ N/R thấp. Theo thời gian vữa bị co ngót do mất hơi nước, co ngót hóa học nên độ nở của vữa giảm dần. Tuy nhiên ở 28 ngày tuổi tất cả các mẫu vữa vẫn đảm bảo không co, thỏa mãn yêu cầu của vữa xi măng khô trộn sẵn [10].

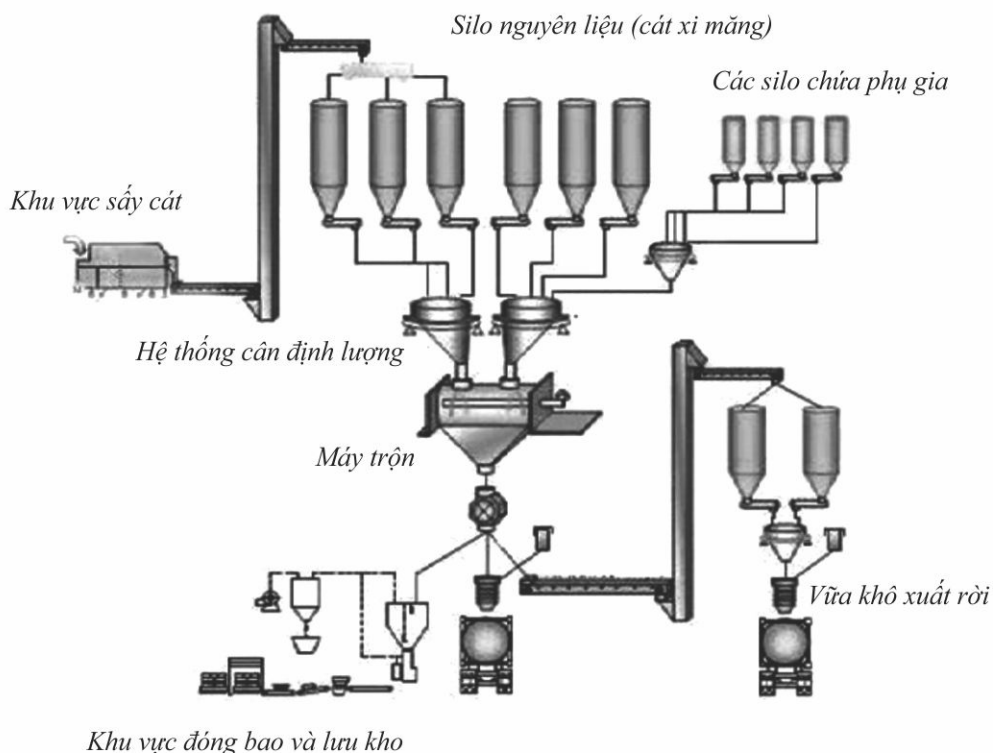


Hình 6. Ảnh hưởng của tỷ lệ N/R đến độ co nở của vữa theo thời gian

3.5 Đề xuất sơ đồ dây chuyền công nghệ sản xuất vữa

Dựa trên đặc tính của nguyên vật liệu sử dụng và đặc tính của sản phẩm vữa khô trộn sẵn, nghiên cứu đưa ra đề xuất dây chuyền công nghệ sản xuất vữa trong Hình 7.

Gầu nâng vận chuyển nguyên liệu



Hình 7. Sơ đồ công nghệ chế tạo vữa khô cường độ cao đóng rắn nhanh

3.6 Quy cách đóng gói và sử dụng sản phẩm

Để đáp ứng các nhu cầu đa dạng của người sử dụng, vữa được đóng gói với các chủng loại 5kg, 20kg và 50kg hoặc ở dạng xuất dờ. Bao bì có thể sử dụng loại bao giấy kraft có ít nhất 4 lớp hoặc bao PP (polypropylen) hoặc bao PP-kraft, có thể sử dụng thêm 1 túi nylon lớp trong cùng do đặc tính hút ẩm của các vật liệu sử dụng. Trên mỗi bao cần ghi đầy đủ các thông tin: tên cơ sở sản xuất, tên gọi sản phẩm, giá trị thực của các chỉ tiêu đánh giá chất lượng, ngày-tháng-năm sản xuất, số hiệu lô, trọng lượng bao. Đặc biệt là chỉ dẫn kỹ thuật, trong đó đặc biệt lưu ý đến lượng nước trộn. Đây là yếu tố quan trọng nhất để đảm bảo chất lượng vữa trong quá trình thi công.



4. Kết luận

Trên cơ sở các nguyên vật liệu và phương pháp nghiên cứu sử dụng, tác giả đưa ra một số kết luận:

- Sử dụng hỗn hợp phụ gia rắn nhanh với tỷ lệ 4% Canxi nitrat và 0.8% Natri thiocyanate có thể chế tạo vữa có tốc độ phát triển cường độ tốt ở các tuổi sớm, cường độ 1 ngày và 3 ngày tăng 26.3 % và 22.2 % so với mẫu đối chứng.
- Sử dụng hỗn hợp phụ gia khoáng với tỷ lệ 10% Silicafume và 10% tro bay cho phép giảm 20% lượng dùng xi măng, hỗn hợp vữa có tính công tác tốt, không phân tầng tách nước, đảm bảo cường độ và tốc độ phát triển cường độ, độ co nở.
- Phụ gia SD gốc polycarboxylate có năng lực hóa dẻo mạnh và khả năng duy trì độ linh động tốt, sau 15 phút từ khi trộn tính công tác sụt giảm không đáng kể. Phụ gia gốc sulphotoaluminat canxi sử dụng với hàm lượng thích hợp cho phép vữa không bị co ngót ở tất cả các tuổi, đảm bảo độ nở từ 0-0.3 mm/m.
- Tác giả đã nghiên cứu chế tạo thành công vữa có cường độ đạt mác 70; độ chảy >200 mm và có độ nở 0-0.3 mm/m. Tốc độ phát triển cường độ tại các tuổi 3_{giờ} đạt 4.1 MPa, 1_{ngày} đạt 50.3 MPa, 7_{ngày} đạt 63.4 MPa, 28_{ngày} đạt 75.8 MPa, đáp ứng yêu cầu vữa đóng rắn nhanh loại R1 theo ASTM C 928.

Tài liệu tham khảo

1. Dansk Standard (2004), *Repair of concrete structures to EN 1504*, Danish Standards Association.
2. Andreas Menner, Andreas Pesch, Gert Kurnig, *Highstrength mortar for prestressed concrete rebar*.
3. Lê Phương Ly (2009), *Nghiên cứu chế tạo vữa tự chảy, không co, cường độ cao*, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, Hà Nội.
4. ASTM C 928-00, *Standard Specification for Packaged, Dry, Rapid-hardening cementitious materials for concrete repairs*.
5. Vũ Đình Đẩu, Bùi Danh Đại (2006), *Giáo trình công nghệ chất kết dính vô cơ*, Bộ môn công nghệ Vật liệu xây dựng.
6. Văn Viết Thiên Ân (2006), *Nghiên cứu chế tạo chất kết dính đóng rắn cực nhanh cường độ cao sử dụng clanke xi măng poóc lăng, phụ gia hóa và thải phẩm công nông nghiệp*, Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Hà Nội.
7. Roar Myrdal (2007), *Advanced cementing materials controlling hydration development*, SINTEF building and infrastructure.
8. Schäfer S (2006), "Sodium thiocyanate, The alternative to non chloride accelerator", *Supplementary papers eight CANMET/ACI international conference on superplasticizers and other chemical admixtures in concrete*, Sorrento, Italy (Compiled by M Venturino), Oct 29 - Nov 1, pp 381-387.
9. Vance H. DodsonV (1990), *Concrete admixtures*, Chapter 4, Van Nostrand Reinhold, New York, pp 73-102.
10. TCVN 9204:2012 (2012), *Vữa xi măng khô trộn sẵn không co*, Tiêu chuẩn quốc gia.