

Sử dụng xi măng nhôm chế tạo vữa khô tự chảy không co cường độ nén trên 70 MPa

Using aluminum cement in the manufacturing of self-flowing, non-shrink grout with compressive strength of 70 MPa

> TS THÁI KHẮC CHIẾN

Trường Đại học Giao thông vận tải

Email: khacchien.thai@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Vữa khô tự chảy không co cường độ cao được sử dụng rộng rãi trong sửa chữa các kết cấu bê tông cốt thép. Vữa sửa chữa cần tính không co khi rắn chắc nhằm tránh các vết nứt do co ngót. Vữa thông thường có giá trị co ngót khô lớn nên cần bổ sung thêm phụ gia nở để giảm co ngót. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu hiệu quả giảm co ngót của xi măng nhôm trong chế tạo vữa khô tự chảy có cường độ chịu nén sau 28 ngày là 70 MPa. Các vật liệu đều ở dạng bột mịn với tỷ lệ nhào trộn tương đương với các loại vữa khô được bán phổ biến trên thị trường. Tỷ lệ nước/bột là 0,13 và phụ gia siêu dẻo polycarboxylat với hàm lượng 0,25% so với chất kết dính. Kết quả thí nghiệm về độ chảy, cường độ nén, cường độ kéo uốn và co ngót cho thấy vữa nghiên cứu đạt yêu cầu của loại vữa tự chảy không co đóng bao.

Từ khóa: Vữa khô, xi măng nhôm, tự chảy, không co ngót.

ABSTRACT

High-strength, self-flowing non-shrinkage grout are widely used in the repair of reinforced concrete structures. Repair mortar should be non-shrink when hardened to avoid cracks. Conventional mortar has a large dry shrinkage value, so it is necessary to add an expanding additive to reduce shrinkage. This article presents the results of a study on the shrinkage reduction effect of alumina cement, in the manufacturing of self-flowing non-shrinkage grout with a compressive strength after 28 days of 70 MPa. The materials are all in the form of fine powder with a mixing ratio equivalent to the grout commonly sold on the market. The water/powder ratio is 0.13 and polycarboxylate superplasticizer with a content of 0.25% compared to the binder. The experimental results on flow, compressive strength, flexural strength and shrinkage showed that the studied mortar met the requirements of bagged, self-flowing non-shrinkage mortar.

Keywords: Grout, Alumina cement, Self-flowing, Non-shrink.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xi măng nhôm còn gọi là xi măng alumin là loại xi măng mác cao, bền trong môi trường sunphat và đóng rắn nhanh. Thành phần khoáng chủ yếu của loại xi măng này là CA, $C_{12}A_7$, CA_2 , CS (Calcium Sulphate) và một tỷ lệ nhỏ các khoáng C_2S , C_2AS , C_4AF và dung dịch rắn của CA-CF [1]. Nguyên liệu chủ yếu dùng để sản xuất xi măng alumin là quặng boxit ít sắt oxit và đá vôi. Thời gian bắt đầu đông kết của xi măng nhôm khoảng 30 - 40 phút, thời gian kết thúc đông kết thường sớm hơn 6 giờ. Cường độ kháng nén trong 24 giờ thường đạt 60% mác và 3 ngày đạt 100% mác thiết kế [2]. Với việc sở hữu nhiều ưu điểm vượt trội so với những dòng xi măng thông thường, xi măng nhôm được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực xây dựng. Thông thường, xi măng nhôm sẽ được lựa chọn cho những hạng mục thi công cần thời gian gấp, yêu cầu khả năng chịu nhiệt hoặc dùng cho những cấu trúc ngầm dưới đất, nước [3, 4]. Ngoài ra, loại xi măng này còn được dùng để sửa chữa vết nứt của công trình. Xi măng nhôm thuộc nhóm xi măng loại M thành phần chứa

canxi-aluminat và canxi sunphat có khả năng rắn chắc nhanh, tạo ra khoáng ettringit gây nở thể tích và bù co ngót cho vữa và bê tông, do đó nó có thể sử dụng như phụ gia cho vữa rắn nhanh [5, 6]. Nghiên cứu các loại phụ gia nở bù co ngót cho vữa khô là nội dung quan trọng được nhiều tác giả nghiên cứu [7] nên xi măng nhôm được sử dụng trong nghiên cứu này.

Cường độ chịu nén của vữa khô trong nghiên cứu là trên 70 MPa có sử dụng xỉ lò cao nghiền mịn. Hàm lượng xỉ lò cao được dùng lần lượt là 15%, 20% và 25% thay thế cho xi măng. Hàm lượng xi măng nhôm được lấy lần lượt là 1%, 2%, 3% thay thế xi măng nhằm xác định ảnh hưởng đến sự thay đổi thể tích của vữa. Kết quả nghiên cứu là cấp phối vữa đạt cường độ chịu nén, tính công tác và có đặc tính co ngót thích hợp. Các thí nghiệm được tiến hành tại Phòng thí nghiệm Vật liệu xây dựng, Trường Đại học GTVT.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

2.1. Vật liệu chế tạo và thiết kế thành phần

- *Xi măng*: Xi măng poóc-lăng Bút Sơn PC50 có các chỉ tiêu kỹ thuật thỏa mãn Tiêu chuẩn TCVN 2682:2020 [8]. Khối lượng riêng 3,1 g/cm³. Cường độ nén được xác định theo tiêu chuẩn của TCVN 6016:2011 [9]. Giá trị thí nghiệm sau 28 ngày đạt cường độ nén 57 MPa.

- *Xi lò cao nghiên mịn*: Là xi Hòa Phát S95 có độ hoạt tính ở 28 ngày đạt 96%, khối lượng riêng 2,86 g/cm³, tỷ diện tích bề mặt trên 5.000 cm²/g. Có các yêu cầu kỹ thuật thỏa mãn Tiêu chuẩn TCVN 11586:2016 [10].

- *Phụ gia siêu dẻo*: Là loại phụ gia siêu dẻo dạng bột có gốc Polycarboxylate (PCE) cải tiến có khả năng giảm nước cao, hàm lượng chất rắn 98±1%, khối lượng thể tích 0,6 g/cm³.

- *Xi măng alumin CA50*: Là xi măng chịu nhiệt được sử dụng rộng rãi cho công trình cần cường độ sớm có hàm lượng Al₂O₃ trên 50%. CA50 có thời gian bắt đầu đông kết 45 phút, thời gian kết thúc đông kết 3h, cường độ nén sau 3 ngày trên 50 MPa. Được dùng cho bê tông chịu nhiệt, phụ gia đông kết nhanh, phụ gia phát triển cường độ cho xi măng và bê tông, ngoài ra còn có tác dụng bù co ngót cho vữa.

- *Phụ gia giữ nước (HPMC)*: Thành phần là hydroxypropyl methylcellulose có tác dụng giữ nước tránh tách nước, phân tầng, làm tăng cường độ dính bám và cường độ chịu kéo cho vữa.

- *Nước*: Nước dùng theo nước được sử dụng trong bê tông xi măng thường, đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn nước cho bê tông và vữa xây dựng TCVN 4506:2012 [11].

- *Phụ gia phá bọt AP 488*: Có tác dụng ngăn sự hình thành bọt khí và phá bọt đã hình thành trong vữa.

- *Cốt liệu nhỏ*: Cốt liệu nhỏ được sử dụng trong thí nghiệm là loại cát sông Đà, kích thước hạt lớn với mô-đun Mk=2,8. Khối lượng riêng 2,64 g/cm³. Cốt liệu được rửa sạch, phơi khô trước khi thí nghiệm và có cấp phối thỏa mãn TCVN 7570:2006 [12].

2.2. Hỗn hợp thí nghiệm

Cường độ chịu nén mục cho vữa khô tự chảy là trên 70 MPa. Thành phần vữa khô được sử dụng thêm xi lò cao nghiên mịn với hàm lượng 15%, 20% và 25%. Sử dụng phương pháp thể tích tuyệt đối. Hàm lượng nước/bột (N/B) là 0,13 (tỷ lệ phổ biến của vữa khô trên thị trường). Tỷ lệ nước/xi măng được xác định theo kinh nghiệm dựa vào cường độ mục tiêu, bảng tra thiết kế thành phần bê tông của Mỹ và mác xi măng.

Dựa vào mẻ trộn thử để lựa chọn hàm lượng phụ gia siêu dẻo, nhóm nghiên cứu đề xuất công thức thành phần vữa khô trong Bảng 1. Trong đó, CP1 là cấp phối đối chứng sử dụng 100% xi măng; CP2, CP3, CP4 là cấp phối sử dụng 15%, 20%, 25% xi lò cao nghiên mịn thay thế xi măng; CP5, CP6, CP7 là cấp phối sử dụng 15% xi và lần lượt thêm 1%, 2%, 3% xi măng nhôm. Hàm lượng phụ gia siêu dẻo được chọn là 0,25% khối lượng xi măng. Hàm lượng HPMC được lấy là 0,03% khối lượng xi măng. Hàm lượng AP488 được lấy là 0,3% khối lượng xi măng.

Các mẫu thử được tháo khuôn sau 24h và được bảo dưỡng ở điều kiện nhiệt độ 27±1°C, độ ẩm tương đối >90% cho đến ngày thí nghiệm. Các mẫu thí nghiệm nén và uốn được thí nghiệm trên mẫu kích thước (40x40x160)mm theo Tiêu chuẩn TCVN 6016:2011 [9]. Mẫu sau khi trộn xong được tiến hành đo độ chảy Suttard. Thí nghiệm co ngót được tiến hành theo Tiêu chuẩn ASTM C490-07 [13]. Các kết quả đo độ chảy, cường độ nén, cường độ kéo uốn và co ngót được trình bày ở Mục 3.

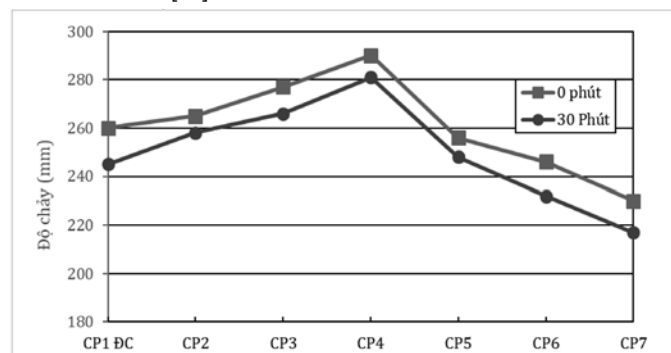
Bảng 1. Thành phần cấp phối vữa

Vật liệu	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7
	100% XM	15% Xi	20% Xi	25% Xi	15% Xi + 1% CA	15% Xi + 2% CA	15% Xi + 3% CA
XM PC50 (kg)	690	587	552	518	580	573	566
Cát (kg)	1.295	1.295	1.295	1.295	1.295	1.295	1.295
Xi S95 (kg)		104	138	173	104	104	104
Nước (kg)	258	258	258	258	258	258	258
CA (kg)					6,9	13,8	20,7
PGSD (kg)	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
HPMC (kg)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
AP488 (kg)	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07

3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tính công tác

Theo Hình 1 ta thấy, hàm lượng xi lò cao thay thế xi măng trong CP2, CP3, CP4 tăng từ 15% lên 20% và 25% thì độ chảy tăng từ 265 mm đến 290 mm. Điều này được giải thích bởi các nguyên nhân: Thể tích hồ chất kết dính tăng lên; bề mặt của các hạt xi lò cao trơn, nhẵn so với các hạt xi măng, dẫn đến lượng nước tự do trong hệ tăng lên, điều này là nguyên nhân tăng độ chảy của hỗn hợp vữa chứa xi lò cao với cùng một lượng nước trộn. CP5, CP6 và CP7 có hàm lượng xi măng nhôm là 1%, 2% và 3% thì độ chảy lần lượt là 256 mm, 246 mm và 230 mm. CP7 dùng 3% xi măng nhôm có độ chảy thấp hơn 13,2% so với CP2. Điều này được giải thích bởi sự hấp thụ nước và phụ gia siêu dẻo của các khoáng vật chứa nhôm C3A lớn hơn so với sự hấp thụ nước và phụ gia siêu dẻo của các khoáng trên bề mặt xi măng. Ngoài ra, sự thủy hóa của các khoáng vật trong xi măng cũng làm mất nước của vữa theo thời gian, từ đó làm độ chảy ở tuổi trẻ sẽ sụt giảm lớn hơn so với trường hợp thay thế xi măng bởi xi lò cao nghiên mịn. Theo yêu cầu về vữa tự chảy không co thì tất cả cấp phối CP5, CP6, CP7 đều tạo ra độ chảy lớn hơn 200 mm và độ chảy sau 30 phút đạt trên 180 mm nên thỏa mãn yêu cầu của TCVN 9204:2012 [14].



Hình 1. Độ chảy theo khuôn Suttard

3.2. Cường độ chịu nén

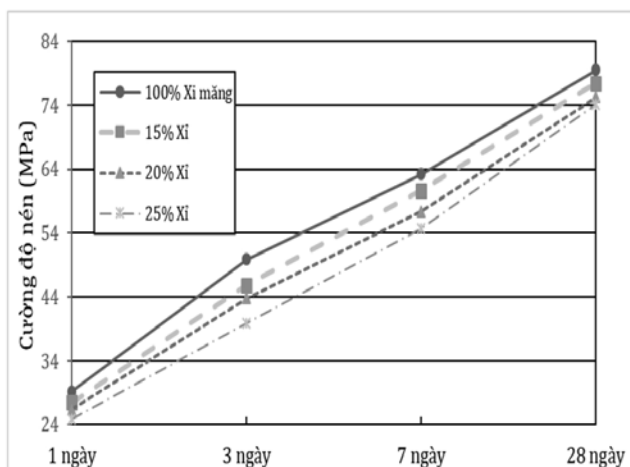
Cường độ chịu nén được xác định tại 1, 3, 7, 28 ngày tuổi. Kết quả thí nghiệm cường độ nén trung bình tại các ngày tuổi khác

nhau của các mẫu vữa được cho trong Bảng 2. Ảnh hưởng của xi lò cao nghiêng mịn đến cường độ chịu nén của vữa được trình bày trong Hình 2. CP2, CP3, CP4 có cường độ sau 28 ngày giảm dần với các giá trị 77,5 MPa, 75,3 MPa, 74,2 MPa tương ứng với hàm lượng xi lò cao lần lượt là 15%, 20% và 25%. CP 1 có 100% xi măng có cường độ chịu nén cao nhất là 79,5 MPa sau 28 ngày tuổi.

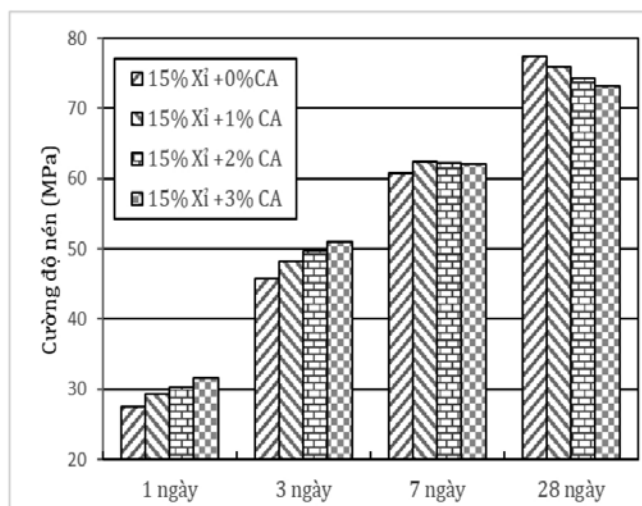
Cường độ của mẫu dùng xi lò cao giảm so với mẫu đối chứng tại tất cả các ngày tuổi. Mức giảm cường độ ở tuổi 28 ngày lần lượt là 2,6%, 5,4%, 6,7%. Tốc độ phát triển cường độ ở tuổi sớm (1, 3, 7 ngày) của các tổ mẫu đối chứng dùng 100% xi măng cũng cao hơn so với các mẫu dùng xi lò cao. Hệ số cường độ ở tuổi sớm/cường độ ở 28 ngày của mẫu đối chứng lần lượt là 36,7%, 62,7%, 79,5%, còn mẫu dùng 15% xi lò cao có hệ số tương ứng là 35,5%, 59,2%, 78,4%. Hệ số phát triển cường độ ở tuổi sớm của các mẫu chứa xi lò cao đều nhỏ hơn so với mẫu đối chứng, tuy nhiên tốc độ phát triển cường độ của tất cả các tổ mẫu đều thỏa mãn yêu cầu của vữa khô trộn sẵn theo TCVN 9204:2012 [14] với tỷ lệ bắt buộc là 0,35, 0,50, 0,75. CP5, CP6 và CP7 được thêm vào xi măng nhôm 1%, 2%, 3% có cường độ nén ở tuổi 28 ngày lần lượt là 75,9 MPa, 74,3 MPa, 73,2 MPa. Chúng có mức giảm giá trị cường độ nén lần lượt là 2,0%, 4,1%, 5,5%. Tuy nhiên, xi măng nhôm làm tăng cường độ sớm tại 1 ngày, 3 ngày và 7 ngày (Hình 3). Hệ số cường độ ở tuổi sớm/cường độ ở 28 ngày của mẫu 3% xi măng nhôm lần lượt là 43,2%, 69,6%, 84,9%. Kết quả này cho thấy hiệu quả tăng cường độ ở tuổi sớm của xi măng nhôm.

Bảng 2. Cường độ chịu nén trung bình

Cấp phối	Cường độ chịu nén (MPa)			
	1 ngày	3 ngày	7 ngày	28 ngày
CP1	29,2	49,8	63,2	79,5
CP2	27,5	45,8	60,7	77,5
CP3	26,4	43,8	57,4	75,3
CP4	24,8	40,0	54,7	74,2
CP5	29,3	48,3	62,4	75,9
CP6	30,3	49,7	62,2	74,3
CP7	31,6	50,9	62,1	73,2



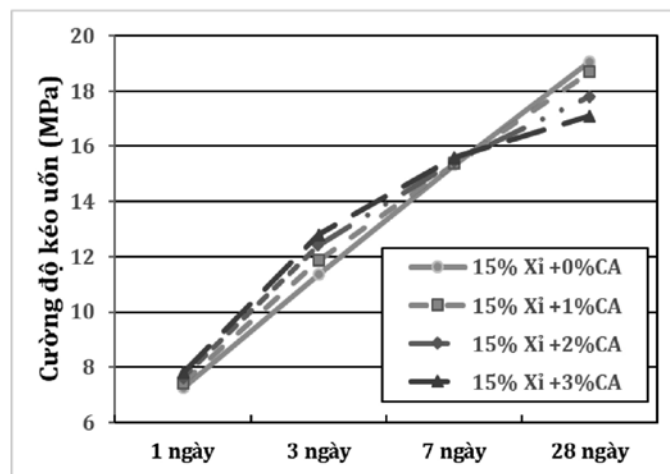
Hình 2. Cường độ chịu nén của vữa theo thời gian với các hàm lượng xi



Hình 3. Cường độ chịu nén của vữa theo thời gian với các hàm lượng xi măng nhôm

3.3. Cường độ chịu uốn

Bảng 3 trình bày các kết quả thí nghiệm cường độ chịu kéo khi uốn của các tổ mẫu thí nghiệm. CP1 dùng 100% xi măng có cường độ kéo uốn sau 28 ngày là 19,5 MPa và giảm dần khi thay thế 15%, 20%, 25% xi lò cao. Giá trị giảm cường độ kéo uốn lần lượt là 2,04%, 4,91%, 8,40%, các mức giảm này lớn hơn so với kết quả ảnh hưởng của xi lò cao đến cường độ chịu nén. Hệ số cường độ kéo uốn ở tuổi sớm/cường độ ở 28 ngày của mẫu 100% xi măng là 38,9%, 61,0%, 81,3% và của mẫu dùng 15% xi là 38,1%, 59,5%, 80,4%. Hệ số cường độ kéo uốn ở tuổi sớm ở các mẫu chứa 20% và 25% xi lò cao đều có giá trị thấp hơn mẫu chứa 15% xi lò cao.



Hình 4. Cường độ chịu kéo khi uốn của vữa với hàm lượng xi măng nhôm

Hình 4 mô tả kết quả thí nghiệm cường độ kéo uốn của các mẫu dùng xi măng nhôm. Biểu đồ cho thấy xi măng nhôm làm tăng cường độ sớm ở tuổi 1 và 3 ngày. Tại tuổi 1 ngày, mức tăng cường độ của các mẫu dùng 1%, 2% và 3% xi măng nhôm lần lượt là 2,5%, 5,2%, 7,5% và mức tăng còn cao hơn tại 3 ngày tuổi với các giá trị lần lượt là 4,5%, 9,5%, 12,7%. Tuy nhiên, tại tuổi 28 ngày thì các mẫu dùng xi măng nhôm đều giảm cường độ. Mức giảm của các mẫu theo thứ tự là 1,91%, 6,63%, 10,32%.

Bảng 3. Cường độ chịu kéo uốn trung bình

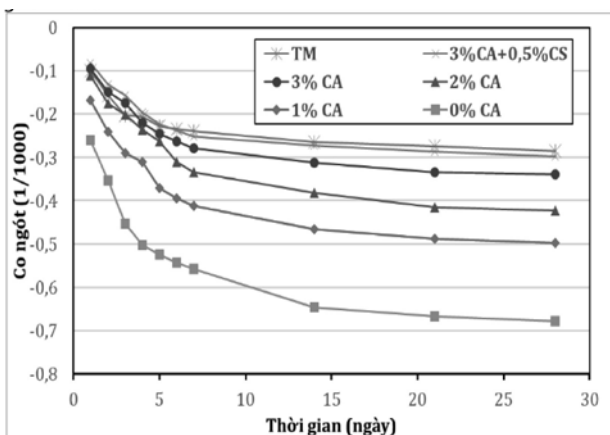
Cấp phối	Cường độ chịu kéo uốn (MPa)			
	1 ngày	3 ngày	7 ngày	28 ngày
CP1	7,6	11,9	15,8	19,5
CP2	7,3	11,3	15,3	19,1
CP3	6,9	10,7	14,6	18,5
CP4	6,3	10,1	13,7	17,8
CP5	7,4	11,9	15,4	18,7
CP6	7,6	12,4	15,5	17,8
CP7	7,8	12,8	15,6	17,1

3.4. Co ngót

Để nghiên cứu co ngót, tác giả lựa chọn CP2 chứa 15% xỉ lò cao, CP5, CP6, CP7 có thành phần giống CP2 nhưng bổ sung thêm xi măng nhôm nhằm cải thiện tính nở thể tích và bù co ngót, CP7* có thành phần giống CP7 nhưng bù thêm 0,5% thạch cao (CS) nhằm bổ sung thêm khả năng bù co ngót. TM là cấp phối của một sản phẩm vữa khô thương mại tại Việt Nam có cường độ chịu nén tương tự. Các mẫu được bảo dưỡng trong không khí có độ ẩm 50% và nhiệt độ 20°C theo Tiêu chuẩn ASTM C490-07 [10] của Mỹ.

CP2 chứa 15% xỉ lò có giá trị co ngót đo được sau 28 ngày là -0,678/1.000. Giá trị này cao gấp 2,37 lần so với kết quả của mẫu TM. CP5, CP6, CP7 có giá trị co ngót sau 28 ngày lần lượt là -0,497/1.000, -0,422/1.000, -0,338/1.000, điều này cho thấy xi măng nhôm có tác dụng giảm co ngót của vữa. Giá trị co ngót giảm lần lượt là 26,7%, 37,7%, 50,1% so với mẫu 0% xi măng nhôm.

Các khoáng vật alumin trong xi măng nhôm thủy hóa rất nhanh ở những ngày đầu làm tăng thể tích của vữa, do đó nó còn làm nở thể tích của vữa trong giai đoạn đông kết. CP2 không bổ sung khoáng nở thể tích nên nó bị co lại trong giai đoạn đông kết kết hợp với đặc tính co ngót ở giai đoạn sau nên CP2 không phải là vữa không co. Các mẫu TM, CP5, CP6, CP7, CP7* có kết quả thí nghiệm tăng chiều cao cột vữa khi kết thúc đông kết từ 1,5% - 2,0% nên thỏa mãn là vữa tự co loại A theo TCVN 9204:2012 [14]. Giá trị co ngót khô của các tổ mẫu đều nhỏ hơn so với giá trị nở ra trước khi đông kết nên co ngót/nở của cả giai đoạn trước và sau khi đông kết của các mẫu vữa đều có giá trị dương (mẫu nở ra trong không khí). CP7 và đặc biệt là CP7* có giá trị co ngót tương tự như của sản phẩm thương mại TM cho thấy ưu điểm của sản phẩm nghiên cứu.



Hình 5. Co ngót tổng của các mẫu vữa

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu làm chủ các công nghệ chế tạo vữa khô tự chảy không co có cường độ cao là điều vô cùng cần thiết để chủ động điều chỉnh chất lượng của sản phẩm nghiên cứu khi thay đổi nguồn vật liệu đầu vào. Việc thay đổi hàm lượng và loại phụ gia sử dụng, đặc biệt là phụ gia trương nở và bù co ngót là vô cùng quan trọng với vữa không co ngót. Nghiên cứu này đã đưa ra thành phần vữa khô phù hợp có sử dụng xỉ lò cao nghiền mịn với xi măng nhôm để đảm bảo tính không co. Vữa khô sử dụng từ 1% - 3% xi măng nhôm có độ chảy 230 - 256 mm, cường độ chịu nén đạt trên 70 MPa, cường độ chịu kéo từ 17,1 - 18,7 MPa. Xi măng nhôm làm tăng nhanh cường độ ở tuổi sớm cho vữa, hệ số cường độ sớm/cường độ 28 ngày đều cao hơn so với giá trị cường độ sớm theo TCVN 9204:2012. Việc sử dụng hàm lượng phụ gia siêu dẻo và tỷ lệ N/B là 0,13 còn thấp nên có thể tiếp tục nghiên cứu cải thiện CP7 để đạt tính công tác tốt hơn hoặc có thể tiếp tục cải thiện cường độ của cấp phối này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. K.L. Scrivener, A. Capmas (1998), Calcium aluminate cements, in: P.C. Hewlett (Ed.), *Lea's Chemistry of Cement and Concrete*, Elsevier, Ltd., Oxford, UK, pp.713-782.
- [2]. Refractory Aluminate Cement CA50, <https://thermalnz.co.nz/refractory-aluminate-cement.html>.
- [3]. B. Carther & Partners (1997), Calcium aluminate cements in construction: a re-assessment, Concrete Society Technical Report TR 46.
- [4]. C.H Fentiman, R.J Mangabhai & K.L Scrivener (2008), Calcium Aluminate Cements, Proceedings of the Centenary Conference, IHS BRE Press, Avignon, France.
- [5]. J.H. Ideker (2008), Early-age behavior of calcium aluminate cement systems, Ph.D. Thesis, University of Texas, Austin.
- [6]. J.H. Ideker, K.J. Folliard, M.D.A. Thomas (2008), Early-age properties of calcium aluminate cement concrete with rigid cracking and free shrinkage frames: isothermal testing, Calcium Aluminate Cements: Proceedings of the Centenary Conference, IHS BRE Press, Avignon, France, pp.141-157.
- [7]. G. Zhang, D. Qiu, S. Wang, P. Wang (2020), Effects of plastic expansive agent on the fluidity, mechanical strength, dimensional stability and hydration of high performance cementitious grouts, *Constr. Build. Mater.*, 243, Article 118204, 10.1016/j.conbuildmat.2020.118204.
- [8]. TCVN 2682:2020 (2020), Xi măng Poóc lăng, Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [9]. TCVN 6016:2011 (2011), Xi măng - Phương pháp thử - Xác định độ bền, Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [10]. TCVN 11586:2016, Xi hạt lò cao nghiền mịn dùng cho BT và vữa, Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [11]. TCVN 4506:2012, Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật, Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [12]. TCVN 7570:2006, Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật, Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [13]. ASTM C490-07 (2007), Standard Practice for Use of Apparatus for the Determination of Length Change of Hardened Cement Paste, Mortar, and Concrete, ASTM international.
- [14]. TCVN 9204:2012 (2012), Vữa xi măng khô trộn sẵn không co, Bộ Khoa học và Công nghệ.