

VỮA ĐẤT SÉT ĐƯỢC BIẾN TÍNH CHỐNG PHÂN RÃ NƯỚC

KS. PHAN CÔNG PHƯƠNG, TS. TRẦN MINH ĐỨC
Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: CCK là phụ gia dùng biến tính vữa đất sét, giảm tính phân rã của vữa trong nước. Vấn đề quan trọng cần làm rõ CCK ảnh hưởng tới các tính chất cơ lý của vữa như thế nào. Vấn đề đã được giải quyết và trình bày trong bài báo.

1. Đặt vấn đề

Đất sét được sử dụng làm công trình nhà từ xa xưa ở nước ta: làm trần, vách, làm vữa xây gạch đá,... cho đến nay vẫn còn được dùng ở nông thôn, miền núi làm các công trình tạm, đặc biệt nhiều công trình di tích có đất sét cấu thành. Chúng thường có chung một dạng hư hỏng là đất bị nước (mưa) xói trôi, nhất là các phần công trình phơi lộ ngoài không khí. Trước đây để tăng tính bền nước thường thêm vào đất sét vôi, xi măng,... với hàm lượng thường trên 30 %. Nhưng trong bảo tồn di tích điều này không hoàn toàn phù hợp. Gần đây Phân Viện KHCN Xây dựng Miền Trung đã biến tính bằng hóa chất CCK để tăng cường khả năng chống phân rã vữa trong nước /1/.

Vữa sét cần đảm bảo các chỉ tiêu quan trọng sau: độ dẻo hỗn hợp, cường độ nện, cường độ kéo uốn và một số tính chất cơ lý khác. Dưới đây là một số kết quả kiểm tra cường độ, độ dẻo của vữa đất sét có dùng chất cố kết (CCK).

2. Vật liệu, phương pháp nghiên cứu

2.1 Vật liệu

* CCK: là một loại keo vô cơ, được dùng trong xây dựng và các ngành công nghiệp khác. Trong thí nghiệm CCK là dung dịch có các tính chất cho trong bảng 1;

* Chất chống thấm: sử dụng các chất chống thấm không màu CT 02 (hóng KOVA), Fosta 08 (hãng FOSTA), Simon Waterseal (hãng VINKEMS) bán sẵn trên thị trường. Các tính chất chính cũng cho trong bảng 1.

Bảng 1. Một số tính chất của các hóa chất dùng trong thí nghiệm

STT	Tên hóa chất	Tính chất			
		Hàm lượng chất khô (%)	Tỉ trọng (g/cm ³)	Độ Bome	Độ pH
1	Dung dịch CCK	55,0	1,408	42	11,9
2	CT 02	0,4	1,007	1	
3	Fosta 08	0,5	1,031	4	
4	Simon Waterseal	0,7	1,035	5	

CT-02 (CT): chất lỏng không màu, được ion hoá từ các Polysiloxan và phụ gia, tạo bề mặt kỵ nước cho vật liệu vô cơ;

FOSTA 08 (FST): chất chống thấm thẩm thấu vào đá, cho phép đá “thở” tự nhiên. Dùng cho các loại đá, gạch: Đá hoa cương, đá cacbonat, gạch nung, ngói, gạch hoa, gốm sứ, đất nung,...

WATERSEAL (WS): chất đẩy nước gốc Silicone, dùng để chống thấm, chống rêu mốc; bảo vệ các công trình chịu sự thay đổi nhiệt độ lớn, kết tủa, sương gió mưa axit,...

* Đất sét: dùng ở dạng bột, được xử lý trước: phơi khô gió hoặc được sấy khô theo 14 TCN 132 – 2005. Đất xây dựng công trình thủy lợi – phương pháp xác định các đặc trưng tan rã của đất trong Phòng thí nghiệm; sau đó được nghiền mịn và sàng qua sàng 0,314 mm. Bột sét sau khi sàng có khối lượng thể tích xấp xỉ 1,137g/cm³. Thành phần hoá học, khoáng cho ở bảng 2 và 3; theo đó đất sét thuộc loại caolinit.

Bảng 2. Thành phần hoá học đất sét

STT	Thành phần hoá học	Đơn vị	Kết quả
1	MKN (LOI)	%	6,44
2	SiO ₂	%	65,52
3	Fe ₂ O ₃	%	4,95
4	Al ₂ O ₃	%	17,05
5	CaO	%	0,21
6	MgO	%	1,14
7	SO ₃	%	0,22
8	K ₂ O	%	3,06
9	Na ₂ O	%	0,19
10	TiO ₂	%	0,84

Ghi chú: Mẫu được phân tích theo TCVN 7131:2002

Bảng 3. Thành phần khoáng đất sét

STT	Tên khoáng	Đơn vị	Kết quả
1	Quartz: SiO ₂	%	38 ÷ 42
2	Muscovite: KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂	%	10 ÷ 16
3	Kaolinite: Al ₂ (Si ₂ O ₅)(OH) ₄	%	30 ÷ 35
4	Microcline: KAlSi ₃ O ₈	%	3 ÷ 6
5	Albite: Na(AlSi ₃ O ₈)	%	4 ÷ 7

Ghi chú: Mẫu được phân tích bằng nhiễu xạ tia X (XRD).

2.2 Phương pháp nghiên cứu

* **Tạo mẫu:** Trộn đều bột sét với CCK và các hoá chất theo cấp phối ở bảng 4. Trình tự trộn vừa như sau:

- Đổ phần nước vào hoá chất chống thấm và khuấy đều: (A);
- Trút từ từ (A) vào CCK đồng thời khuấy đều: (B);
- Đổ 2/3 dung dịch (B) vào khối bột sét và trộn đều bằng tay, rồi đổ tiếp phần còn lại và tiếp tục trộn đến khi hỗn hợp vừa có độ dẻo đồng đều và đồng nhất: (C). Mẫu sau khi tháo khuôn được lưu ở phòng thí nghiệm chuẩn.

Tạo mẫu nén theo TCVN 6016:1995 nhưng dần 4 lớp, mỗi lớp 60 cái (thay vì 2 lớp).

* **Kiểm tra độ dẻo hỗn hợp vữa**

Áp dụng TCVN 3121:2003 (Bảng bàn dần).

Theo TCVN 4314:2003, yêu cầu độ lưu động của vữa nhẹ ($\rho_v < 1500 \text{ kg/m}^3$) dùng để xây là (14,5 – 17,5) cm. Trong thí nghiệm hỗn hợp được khống chế đạt độ dẻo (13,0 – 15,0) cm.

* **Kiểm tra cường độ**

Theo TCVN 3121:2003

- Mẫu (4 x 4 x 16) cm để kiểm tra cường độ uốn và cường độ nén ở tuổi 14 và 28 ngày;
- Mẫu (2 x 2 x 2) cm để kiểm tra cường độ nén ở tuổi 7 ngày (mẫu nhỏ để vữa khô nhanh).

Cường độ được kiểm tra trên cùng 01 máy có các bảng lực 500 dN và 5000 dN. Kết quả được lấy trung bình từ 3 mẫu thử.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1 Cấp phối mẫu

Các cấp phối trong bảng 4 được tính chuyển thành cấp phối của 1 mẻ trộn (bảng 5). Tại bảng 4 lượng nước là nước đưa vào để trộn, chưa tính đến nước trong các dung dịch hóa chất (kể cả trong CCK).

Bảng 4. Cấp phối theo tỉ lệ khối lượng

STT	Kí hiệu mẫu		Đất sét khô (%)	Nước (%)	CCK (%)	Hoá chất chống ẩm			Đất sét+Hóa chất
						CT 02 (%)	FST 08 (%)	WS (%)	
1	Không có CCK	S	100	40	0	0	0	0	S - mẫu chuẩn
2		SCT	100	35	0	5	0	0	S + CT 02
3		SF	100	35	0	0	5	0	S + FST 08
4		SW	100	35	0	0	0	5	S + WS
5	Có 10% CCK	DC-10	100	35	10	0	0	0	S + CCK
6		DCT-10	100	30	10	5	0	0	S + CCK+CT 02
7		DCF-10	100	30	10	0	5	0	S + CCK+FST08
8		DCW-10	100	30	10	0	0	5	S + CCK+WS
9	Có 15% CCK	DC-15	100	31	15	0	0	0	S + CCK
10		DCT-15	100	26	15	5	0	0	S + CCK+CT 02
11		DCF-15	100	26	15	0	5	0	S + CCK+FST08
12		DCW-15	100	26	15	0	0	5	S + CCK+WS
13	Có 20% CCK	DC-20	100	28	20	0	0	0	S + CCK
14		DCT-20	100	23	20	5	0	0	S + CCK+CT 02
15		DCF-20	100	23	20	0	5	0	S + CCK+FST08
16		DCW-20	100	23	20	0	0	5	S + CCK+WS
17	Có 25% CCK	DC-25	100	25	25	0	0	0	S + CCK
18		DCT-25	100	20	25	5	0	0	S + CCK+CT 02
19		DCF-25	100	20	25	0	5	0	S + CCK+FST08
20		DCW-25	100	20	25	0	0	5	S + CCK+WS

Ghi chú: Các cấp phối đều đạt độ dẻo yêu cầu, tức là (13 - 15) cm

Tại bảng 5, cấp phối được tính cho 1 mẻ trộn đã thêm cột ghi nhận khối lượng chất lỏng (tổng dung dịch) và khối lượng nước thực tế (nước trong hóa chất lỏng + nước trộn lấy từ ngoài). Từ đây dễ nhận thấy: cho 1 thể tích vữa cùng độ dẻo các cấp phối cần 1 lượng nước gần như nhau (giống như quy luật của vữa bê tông thông thường).

Bảng 5. Cấp phối theo khối lượng cho 1 mẻ trộn thí nghiệm

STT	Kí hiệu mẫu	Đất sét khô (%)	Nước (%)	CCK (%)	Hoá chất chống ẩm			Tổng chất lỏng/ lượng nước thực (g)
					CT 02 (%)	CT 02 (%)	CT 02 (%)	
1	S	1400	560	0	0	0	0	560
2	SCT	1400	490	0	70	0	0	560
3	SF	1400	490	0	0	70	0	560
4	SW	1400	490	0	0	0	70	560
5	DC-10	1400	490	140/63	0	0	0	630/553
6	DCT-10	1400	420	140/63	70	0	0	630/553
7	DCF-10	1400	420	140/63	0	0	0	630/553
8	DCW_10	1400	420	140/63	0	70	70	630/553
9	DC-15	1400	434	210/94,5	0	0	0	644/528,5
10	DCT-15	1400	364	210/94,5	70	0	0	644/528,5
11	DCF-15	1400	364	210/94,5	0	0	0	644/528,5
12	DCW-15	1400	364	210/94,5	0	0	70	644/528,5
13	DC-20	1400	392	280/126	0	0	0	672/518
14	DCT-20	1400	322	280/126	70	0	0	672/518
15	DCF-20	1400	322	280/126	0	70	0	672/518
16	DCW-20	1400	322	280/126	0	0	70	672/518
17	DC-25	1400	336	350/157,5	0	0	0	686/493,5
18	DCT-25	1400	266	350/157,5	70	0	0	686/493,5

19	DCF-25	1400	266	350/157,5	0	0	0	686/493,5
20	DCW-25	1400	266	350/157,5	0	70	70	686/493,5

Ghi chú: Trước dấu / là tổng lượng dung dịch (kể cả chất hoà tan). Sau dấu / là tổng lượng nước (kể cả nước trong dung dịch).

Khi tháo khuôn thấy:

- Bề mặt các mẫu trong khuôn (2 x 2 x 2) cm đã cứng, còn các mẫu trong khuôn (4 x 4 x 16) cm chỉ cứng ở lớp bề mặt hồ còn lại các mặt tiếp xúc với thành khuôn thì vẫn còn mềm. CCK làm mẫu rắn nhanh để tháo khuôn hơn;

- Các mẫu đều bị co ở các mặt mẫu, co mạnh nhất theo chiều dài mẫu từ (14-10) mm, còn chiều rộng và chiều cao từ (5 - 2) mm.

3.2. Kết quả đo độ dẻo các mẫu, thời gian tháo khuôn

Bảng 6. Ảnh hưởng CCK đến thời gian tháo khuôn và độ dẻo

STT	Kí hiệu mẫu		Độ dẻo (cm)	Thời gian tháo khuôn (ngày) theo cỡ khuôn		Lượng nước thực (g)
				(2x2x2) cm	(4x4x16) cm	
1	Không có CCK	S	14,0	4	10	560,0
2		SCT	14,0	4	10	560,0
3		SF	13,9	4	10	560,0
4		SW	14,0	4	10	560,0
5	Có 10% CCK	DC-10	13,9	3	5	553,0
6		DCT-10	13,9	3	5	553,0
7		DCF-10	14,0	3	5	553,0
8		DCW-10	14,0	3	5	553,0
9	Có 15% CCK	DC-15	13,9	3	5	528,5
10		DCT-15	14,0	3	5	528,5
11		DCF-15	14,0	3	5	528,5
12		DCW-15	14,0	3	5	528,5
13	Có 20% CCK	DC-20	14,0	3	5	518,0
14		DCT-20	13,9	3	5	518,0
15		DCF-20	14,0	3	5	518,0
16		DCW-20	14,0	3	5	518,0
17	Có 25% CCK	DC-25	14,1	3	5	493,5
18		DCT-25	14,2	3	5	493,5
19		DCF-25	14,1	3	5	493,5
20		DCW-25	14,1	3	5	493,5

Nhận xét bảng 6:

- Các mẫu có CCK rắn nhanh hơn nên tháo khuôn được sớm hơn;

- Theo chiều tăng hàm lượng CCK tổng lượng chất lỏng cũng tăng trong khi lượng nước thực lại giảm xuống. Điều này chứng tỏ không chỉ hàm lượng nước quyết định đến độ dẻo của hỗn hợp vữa, hàm lượng keo CCK cũng góp phần hòa dẻo.

3.3 Kết quả đo cường độ các mẫu

Bảng 7. Ảnh hưởng hàm lượng CCK đến cường độ các mẫu

Đạt mac	Kí hiệu mẫu		Cường độ R (N/mm ²) / % so với R _{chuẩn} ở tuổi				
			7 ngày	14 ngày		28 ngày	
			Rn7	Ru14	Rn14	Ru28	Rn28
Đạt mac 20	CCK = 0%	S	<u>1,58</u> 71,8	<u>0,51</u> 100	<u>1,84</u> 83,6	<u>0,51</u> 100	<u>2,20</u> 100
		SCT	<u>1,52</u> 69,1	<u>0,51</u> 100	<u>1,62</u> 73,6	<u>0,51</u> 100	<u>2,00</u> 90,9
		SF	<u>1,50</u> 68,2	<u>0,52</u> 102	<u>1,78</u> 80,9	<u>0,51</u> 100	<u>2,15</u> 97,7
		SW	<u>1,51</u> 68,6	<u>0,51</u> 100	<u>1,75</u> 79,5	<u>0,50</u> 98,0	<u>2,13</u> 96,8
Đạt mac 20 - 25	CCK = 10%	DC_10	<u>2,01</u> 91,4	<u>0,69</u> 135,3	<u>2,25</u> 102,3	<u>0,86</u> 168,6	<u>2,67</u> 121,4
		DCT_10	<u>1,80</u> 81,8	<u>0,60</u> 117,6	<u>2,18</u> 99,1	<u>0,76</u> 149,0	<u>2,13</u> 96,8
		DCF_10	<u>1,78</u> 80,9	<u>0,65</u> 127,5	<u>2,20</u> 100	<u>0,80</u> 156,9	<u>2,44</u> 110,9
		DCW_10	<u>1,82</u> 82,7	<u>0,66</u> 129,4	<u>2,20</u> 100	<u>0,81</u> 158,8	<u>2,50</u> 113,6
Đạt mac 30 - 35	CCK = 15%	DC_15	<u>2,56</u> 116,4	<u>0,85</u> 166,7	<u>2,81</u> 127,7	<u>1,08</u> 211,8	<u>3,52</u> 160,0
		DCT_15	<u>2,22</u> 100,9	<u>0,8</u> 156,9	<u>2,64</u> 120,0	<u>0,91</u> 178,4	<u>3,05</u> 138,6
		DCF_15	<u>2,01</u> 91,4	<u>0,82</u> 160,8	<u>2,62</u> 119,1	<u>0,97</u> 190,0	<u>3,34</u> 151,8
		DCW_15	<u>2,28</u> 103,8	<u>0,81</u> 158,8	<u>2,70</u> 122,7	<u>0,96</u> 188,2	<u>3,30</u> 150,0
Đạt mac 40 - 50	CCK = 20%	DC-20	<u>3,23</u> 146,8	<u>0,97</u> 190,2	<u>3,46</u> 157,3	<u>1,44</u> 282,4	<u>5,00</u> 227,3
		DCT-20	<u>2,70</u> 122,7	<u>0,90</u> 176,5	<u>3,02</u> 137,3	<u>1,02</u> 200	<u>4,03</u> 183,2
		DCF-20	<u>2,73</u> 124,1	<u>0,92</u> 180,4	<u>3,09</u> 140,5	<u>1,14</u> 223,5	<u>4,82</u> 219,1
		DCW-20	<u>2,95</u> 134,1	<u>0,92</u> 180,4	<u>3,15</u> 143,2	<u>1,17</u> 229,4	<u>4,74</u> 215,5
Đạt mac 50 - 60	CCK = 25%	DC_25	<u>3,32</u> 150,9	<u>1,05</u> 205,9	<u>3,65</u> 165,9	<u>2,12</u> 415,7	<u>6,01</u> 273,2
		DCT_25	<u>2,91</u> 132,3	<u>1,00</u> 196,1	<u>3,28</u> 149,1	<u>1,85</u> 362,7	<u>5,04</u> 229,1
		DCF_25	<u>2,90</u> 131,8	<u>1,04</u> 203,9	<u>3,34</u> 151,8	<u>1,96</u> 384,3	<u>5,68</u> 258,2
		DCW_25	<u>3,03</u> 137,7	<u>1,04</u> 203,9	<u>3,30</u> 150,0	<u>1,98</u> 388,2	<u>5,62</u> 255,5

Ghi chú: - Cường độ chuẩn là cường độ 28 ngày của vữa đất sét thuần: RNC = 2,2 N/mm² và RUC = 0,51 N/mm² là cường độ nén và cường độ uốn của mẫu chuẩn;

- Từ số - giá trị cường độ (N/mm²), mẫu số - cường độ đạt được so với cường độ chuẩn %).

Nhận xét bảng 7

- Mẫu không có CCK: cường độ uốn sau 14 ngày đến 28 ngày tăng rất chậm. Mẫu có CCK: cường độ tăng liên tục ít nhất đến 28 ngày và đạt giá trị chuẩn từ tuổi sớm;

- Cấp phối không có CCK đạt cường độ nén tương đương mac 20, Các cấp phối có CCK đều đạt cường độ nén cao hơn; 25 % CCK cho đạt cường độ tương đương mac 50;

- Cường độ uốn đạt và vượt chuẩn ngay từ những tuổi rất sớm (trước 14 ngày), càng tăng lượng CCK thì vữa càng nhanh đóng rắn;

- Tất cả các mẫu có sự tăng cường độ so với mẫu chuẩn ngay từ tuổi sớm, đến tuổi 28 ngày đều vượt chuẩn: 10 % CCK vượt từ 0 – 21,4 %; 15 % CCK vượt từ 36,8 – 60,0 %; 20 % CCK vượt từ 183,2 - 227,3 %;

25 % CCK vượt từ 129,1 – 173,2 % giá trị cao nhất khi không có chất chống thấm. Dự kiến các mẫu có chất chống thấm có thể chờ đợi tăng cường độ cao ở tuổi muộn.

- Ở tuổi 7-14 ngày:

+ Các mẫu không có CCK là SCT, SF, SW có cường độ nén tương đương nhau và thấp hơn so với mẫu chuẩn S. Có thể xem như các hoá chất chống ẩm không ảnh hưởng nhiều đến cường độ với mẫu cấp phối không có CCK. Chất chống ẩm ngăn cản tốc độ khô sét, làm cường độ phát triển chậm;

+ Các mẫu có CCK và hóa chất kỵ nước: (DCT, DCW) có cường độ nén tương đương nhau, thấp hơn (không nhiều) so với mẫu chỉ có CCK. Chứng tỏ 3 loại hoá chất chống ẩm đều làm giảm cường độ mẫu so với mẫu chỉ có CCK. Nguyên nhân như trên đã nêu: chất kỵ nước ngăn cản quá trình đóng rắn CCK;

+ Các mẫu không có CCK có cường độ uốn và cường độ nén tương đương nhau; có cường độ uốn và cường độ nén thấp hơn nhiều so với các mẫu có CCK. Nói cách khác CCK làm tăng cường độ ở tuổi 7 ngày. Nguyên nhân CCK cho cường độ vừa cao là vì bản thân CCK có khả năng đóng rắn riêng, sản phẩm có cường độ khá cao.

- Ở tuổi 28 ngày:

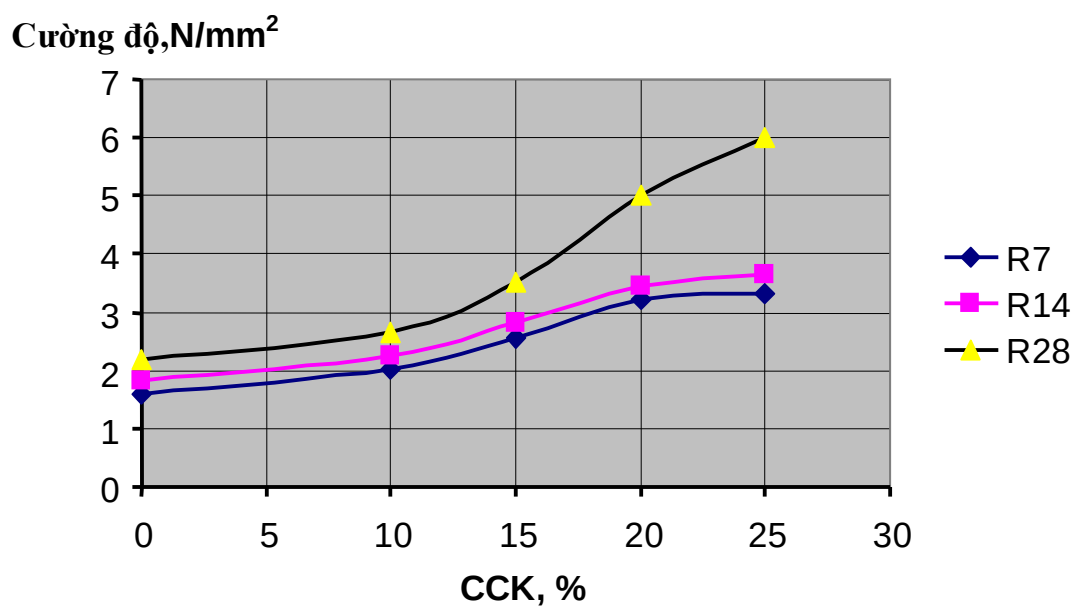
+ Cường độ nén tất cả các mẫu tăng so với ở tuổi 14 ngày. Các mẫu không có CCK cường độ nén tương đương nhau;

+ Hoá chất chống ẩm làm giảm cường độ, trong đó CT 02 làm giảm đáng kể (19,6 %), còn Waterseal và Fosta 08 làm cường độ của mẫu giảm ít hơn (5,2 và 3,6 %). Có thể giải thích rằng chất chống ẩm một phần ngăn cản tốc độ khô sét, một phần ngăn cản tác nhân đóng rắn thâm nhập vào bên trong mẫu để đóng rắn CCK.

- Quan hệ giữa cường độ và tỉ lệ CCK, được thể hiện ở bảng 8 và đồ thị Hình 1. Theo đó ta thấy: khác với bê tông và vữa xây dựng thông thường, càng tăng CCK thì mac vữa càng cao nhưng tốc độ tăng trưởng cường độ ở tuổi sớm giảm (mac càng cao tăng trưởng %R28 càng nhỏ). Điều đó chứng tỏ sức tăng trưởng cường độ tốt hơn ở các tuổi sau 28 ngày. Điều đó có thể liên quan đến sự tăng cường độ của CCK và độ khô của vữa sét.

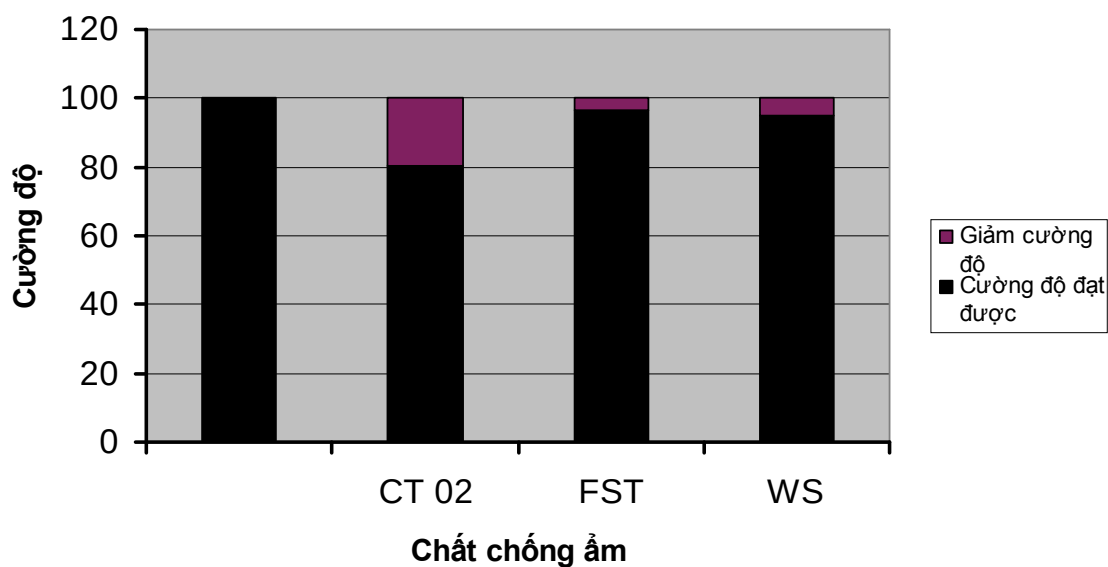
Bảng 8. Tốc độ gia tăng cường độ nén các mẫu theo sự tăng dần tỷ lệ CCK

Ký hiệu mẫu		S	DC-10	DC-15	DC-20	DC-25
Hàm lượng CCK, %		0	10	15	20	25
Cường độ nén, (N/mm ²) (% Rn28)	7 ngày	<u>1,58</u>	<u>2,01</u>	<u>2,56</u>	<u>3,23</u>	<u>3,32</u>
		71,8	75,3	72,7	64,6	55,2
	14 ngày	<u>1,84</u>	<u>2,25</u>	<u>2,81</u>	<u>3,46</u>	<u>3,65</u>
		83,6	84,3	79,5	69,2	60,7
	28 ngày	<u>2,20</u>	<u>2,67</u>	<u>3,52</u>	<u>5,00</u>	<u>6,01</u>
		100	100	100	100	100



Hình 1. Ảnh hưởng của hàm lượng CCK đến cường độ vữa

- Các chất chống ẩm ảnh hưởng đến cường độ được thể hiện ở bảng 9 và hình 2:



Hình 2. Ảnh hưởng loại chất chống ẩm đến cường độ

Bảng 9. Độ giảm cường độ bởi tác động của các hóa chất chống ẩm

Ký hiệu mẫu	DC-20	DCT-20	DCF-20	DCW-20
Cường độ nén, N/mm ²	5,00	4,03	4,82	4,74
Cường độ nén, %	100	80,6	96,4	94,8
Cường độ bị giảm, %	0	19,4	3,6	5,2

4. Kết luận

- Độ dẻo của hỗn hợp vữa phụ thuộc cả vào hàm lượng nước lẫn hàm lượng CCK, cụ thể là độ dẻo tỉ lệ với hàm lượng (nước + CCK), nói cách khác CCK có tác dụng hóa dẻo;

- CCK làm tăng tốc độ đông rắn và cường độ của vữa đất sét. Cường độ vữa tăng theo hàm lượng CCK. Nguyên nhân là CCK có cường độ lớn khi đông rắn, giảm nước trộn nên mẫu chóng khô, có tính kết dính các hạt rời;

- Các chất kỵ nước kể trên tuy làm giảm cường độ (ít nhất là đến tuổi 28 ngày) song làm tăng hiệu quả chống phân rã sét trong nước /1/. Trong đó CT - 02 làm giảm cường độ đáng kể (đến gần 20 %); còn Fosta 08 và Simon Waterseal làm giảm ít hơn;

- Vữa có độ co mạnh (kể cả mẫu chuẩn), nhưng nếu xây đá ong mạch xây mỏng thì không ảnh hưởng nhiều.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. PHAN CÔNG PHU'ƠNG. Thăm dò khả năng biến tính vữa đất sét xây đá ong. *Tuyển tập Báo cáo Hội nghị khoa học cán bộ trẻ lần thứ XI. Viện KHCN Xây dựng, Hà Nội, tháng 12 năm 2010.*
2. ĐẶNG VĂN PHÚ. Nghiên cứu sơn silicat trang trí công trình xây dựng và sơn silicat chịu nhiệt. *Tuyển tập các công trình khoa học kỹ thuật 1963 – 1983. Viện KHKT Xây dựng, Hà Nội, 1983.*
3. ЧЕХОВ А.Р., СЕРГЕЙЕВ А.М., Дибров Г.Д. Справочник по бетонам и растворам. *Киев. "Будивельник", 1979.*
4. 14 TCN 132 – 2005. Đất xây dựng công trình thủy lợi – phương pháp xác định các đặc trưng tan rã của đất trong phòng thí nghiệm.