

Hiệu quả nội bảo dưỡng vữa xi măng cường độ cao

Effect of internal curing of high-strength cement mortar

Lê Thái Bình⁽¹⁾, Nguyễn Duy Hiếu⁽²⁾

Tóm tắt

Vữa xi măng cường độ cao thường dùng trong công tác sửa chữa, bêm trám, chèn khe, liên kết... với lượng dùng chất kết dính khá cao, tỷ lệ nước thấp, dễ bị nứt do co ngót lớn trong quá trình đông kết và rắn chắc, ngay cả khi việc bảo dưỡng ẩm bề mặt được tuân thủ. Để giảm thiểu hiện tượng này, giải pháp bảo dưỡng từ bên trong hay còn gọi là nội bảo dưỡng (IC) được đề xuất bằng cách sử dụng vật liệu dự trữ nước bên trong. Vật liệu sử dụng trộn vào vữa cường độ cao trong nghiên cứu là cát nhẹ (LS), đạt yêu cầu theo ASTM C1761-17, ở trạng thái bão hòa nước (17,5 %); hạt polyme siêu hấp thụ (SAP) đã bão hòa nước (157 lần khối lượng khô). Bằng phương pháp nghiên cứu lý thuyết (quá trình hydrat của chất kết dính; tính toán thể tích nước bù trừ co tự sinh và đảm bảo trạng thái bão hòa trong hệ lỗ rỗng của đá chất kết dính...) kết hợp thực nghiệm (độ hút và nhả nước; độ co tự sinh, cường độ của vữa) đã cho thấy, với các thông số kỹ thuật hợp lý, IC không những làm giảm đáng kể co tự sinh (AS) (đến 58%), cường độ 28 ngày tuổi tăng (5 - 11%, tuy cường độ tuổi 7 ngày giảm nhẹ so với mẫu đối chứng. Hiệu quả IC của LS tốt hơn SAP về giảm co tự sinh. Từ kết quả nghiên cứu này có thể sử dụng giải pháp IC với LS để giảm co do đó giảm nứt ở tuổi sớm và cải thiện cường độ tuổi muộn cho vữa cường độ cao.

Từ khóa: Nội bảo dưỡng, Cát nhẹ, Polyme siêu hút nước, Co tự sinh, Cường độ chịu nén

Abstract

High-strength cement mortar is often used in repair, plastering, and sealing joints... with high binder content, low water/binder ratio, and easy to crack due to large shrinkage during setting and hardening, even when surface moisture is observed to cure. To minimize this phenomenon, an Internal Curing solution (IC) is introduced by adding lightweight sand (LS) or super absorbent polymer (SAP) saturated water before mixing. Theoretical and experimental studies show that, with properly calculated specifications, IC not only significantly reduces Autogenous Shrinkage (AS), and thus can reduce cracking, but also has the effect of increasing mortar strength at the age of 28 days.

Key words: Internal Curing, Lightweight Sand, Super Absorption Polymer, Autogenous Shrinkage, Compressive Strength

1. Giới thiệu

Co nội sinh hay co tự sinh - Autogenous Shrinkage (AS), mô tả sự thay đổi thể tích bên ngoài của bê tông hay vữa xi măng (gọi chung là bê tông) mà nguyên nhân là do các phản ứng hydrat của xi măng cũng như các quá trình hóa lý xảy ra trong nền chất kết dính^[1,4]. Cơ chế AS do tự khô được mô tả trên Hình 1.^[1]

Quá trình hydrat xi măng gây co thể tích, gọi là co hóa học. Bên cạnh đó sự hydrat cũng làm mất dần nước trong hệ thống mao quản và hình thành các lỗ rỗng nhỏ trong cấu trúc đá xi măng, theo thời gian lượng nước trong hệ thống lỗ rỗng mao quản giảm (hiện tượng tự làm khô) và tạo áp lực âm trong hệ thống lỗ rỗng mao quản, dẫn đến các phần tử vật chất rắn dịch lại gần nhau gây nên hiện tượng co ngót. Co hóa học (CS) và hiện tượng tự khô của đá xi măng hình thành co tự sinh (AS) trong bê tông. Co nội sinh trong bê tông phụ thuộc vào mức độ thủy hóa của xi măng, tỷ lệ N/X càng nhỏ thì mức độ co nội sinh càng lớn. Đây chính là biến dạng co mềm chủ yếu của hệ bê tông có tỷ lệ Nước/Chất kết dính thấp chứa lượng xi măng lớn.

Từ cơ sở lý thuyết này, giải pháp đưa một lượng nước dự trữ vào trong bê tông nhằm duy trì sự bão hòa ẩm trong hệ thống lỗ rỗng mao quản, bù thể tích co tự sinh đã được đề xuất^[3,4]. Nội bảo dưỡng được định nghĩa bởi Viện Bê tông Mỹ (ACI)^[4], đó là “việc cung cấp nước xuyên suốt cho hỗn hợp CKD vừa mới đóng rắn, nhờ vật liệu bão hòa nước phân bố đều trong bê tông và sẵn sàng nhả nước khi cần cho sự thủy hóa hoặc để bù đắp độ ẩm đã mất trong quá trình bay hơi nước hay do sự tự khô”. Như vậy, bản chất của nội bảo dưỡng là đưa vào bê tông một lượng nước dự trữ thông qua các vật liệu nội bảo dưỡng có khả năng ngậm nước ở mức độ phù hợp (cốt liệu rỗng, polyme siêu hút nước, sợi gỗ...), lượng nước này không tính vào nước trộn bê tông. Hiệu quả của IC phụ thuộc các yếu tố: lượng nước nội bảo dưỡng (Nic) và sự phân bố của Nic trong BT; mức độ chuyển dịch và khoảng cách thấm nhập của Nic vào nền đá xi măng; thành phần của BT và nhiệt độ của hỗn hợp^[2,3,4].

Nguyên tắc cơ bản của IC là giữ cho độ ẩm tương đối trong các lỗ rỗng của đá chất kết dính luôn ở trạng thái bão hòa; Từ quan điểm thể tích nước dự trữ bởi vật liệu nội bảo dưỡng sẽ bù lại co hóa học của chất kết dính, ta có thể xác định lượng vật liệu nội bảo dưỡng (Mic) theo công thức (1) và (2)^[3]

$$Mic = Vn/(S.Pic) \quad (1)$$



Hình 1. Mô tả một nguyên nhân gây ra co tự sinh trong đá xi măng

(1) ThS, Giảng viên, Đại học Power,
Email: binhlt@epu.edu.vn

(2) PGS. TS., Giảng viên, khoa Xây dựng,
Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội,
Email: hieund@kientruchanoi.edu.vn

$$V_n = CKD.CS.a/\rho_n \quad (2)$$

Trong đó:

V_n: thể tích nước bù co hoá học của xi măng hay chất kết dính, m³;

Mic: khối lượng vật liệu nội bảo dưỡng, kg;

S: tỷ lệ trả lại nước từ vật liệu nội bảo dưỡng cho nền chất kết dính;

Pic: độ hút nước của vật liệu nội bảo dưỡng;

CKD: lượng chất kết dính trong 1m³ bê tông, kg;

ρ_n là khối lượng riêng của nước (≈1000 kg/m³);

CS: co hoá học của chất kết dính (CS ≈ 0,06±0,07kg nước/1kg CKD);

a: hệ số hydrat lớn nhất của chất kết dính, xác định theo tỷ lệ nước – chất kết dính (W/CKD) như sau:

a = (W/CKD)/0,36 khi W/CKD ≤ 0,36

a = 1 khi W/CKD > 0,36

2. Vật liệu sử dụng và thành phần vữa thực nghiệm

2.1. Xi măng và phụ gia khoáng hoạt tính

Xi măng sử dụng trong nghiên cứu này là loại xi măng poóc lăng (PC40) sản xuất tại nhà máy xi măng Nghi Sơn với các tính chất như trong bảng 1.

Bảng 1. Tính chất cơ lý của xi măng PC40 Nghi Sơn

STT	Chỉ tiêu	Phương pháp thí nghiệm	Đơn vị	Giá trị
1	Khối lượng riêng	TCVN 4030:2003	g/cm ³	3,1
2	Độ mịn (sét sàng 0,09 mm)	TCVN 4030:2003	%	0
3	Lượng nước tiêu chuẩn	TCVN 6017:2015	%	28
4	Thời gian đông kết: - Bắt đầu - Kết thúc	TCVN 6017:2015	Phút	120 210
5	Cường độ nén: - 3 ngày - 28 ngày	TCVN 6016:2011	MPa	32,3 49,7

Xi măng sử dụng đạt yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 2682:2009.

Để giảm bớt lượng dùng xi măng và cải thiện tính chất của vữa, đề tài sử dụng phụ gia khoáng Silicafume (SF) dạng hạt rời của Sika với tên thương mại là Sikacrete PP1, đạt yêu cầu theo TCVN 8827:2011, tính chất trình bày trong bảng 2.

2.2. Cốt liệu

Cốt liệu sử dụng trong đề tài là cát tự nhiên (cát vàng), mô đun độ lớn 2,9, thành phần hạt đạt tiêu chuẩn TCVN 7570, tính chất cơ lý như trong bảng 3.

2.3. Vật liệu nội bảo dưỡng

Polyme siêu hút nước (SAP) dùng trong nghiên cứu dạng bột màu trắng (100% lọt sàng 1,25 mm), khối lượng riêng 1,13 – 1,15 g/cm³, mạch chính là polyacrylate, độ hút nước bão hòa (ngâm 24h) là 15700 %. SAP hút nước rất nhanh và mạnh, trở thành hạt dạng hydrogel chỉ trong vòng khoảng 30 phút ngâm nước. Với phân tử lượng lớn nên SAP không hoà tan trong nước, khi sấy khô trở về dạng gel khô sau đó lại có thể thấm hút và trương nở. Khi ngâm trong dung dịch kiềm hay dung dịch nước xi măng các hạt hydrogel SAP bị

Bảng 2. Tính chất của Silicafume

S TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị	Phương pháp thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,4	TCVN 4030:2003
2	Độ mịn (sét sàng 45µm) - Lớn nhất: - Trung bình	%	2,5 1,0	TCVN 8827:2011
3	Chỉ số hoạt, ở 7 ngày tuổi	%	105	TCVN 8827:2011
4	Bề mặt riêng	m ² /g	15	TCVN 8827:2011
5	Hàm lượng SiO ₂	%	94	TCVN 7131:2002
6	Độ ẩm	%	1,2	TCVN 7572:2006
	Hàm lượng mất khi nung	%	3,0	TCVN 141:2008

Bảng 3. Tính chất cơ lý của cốt liệu

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị	PP thí nghiệm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,65	TCVN 7572-4:2006
2	Khối lượng thể tích khô	g/cm ³	2,46	TCVN 7572-4:2006
3	Khối lượng thể tích bão hòa bề mặt	g/cm ³	2,53	TCVN 7572-4:2006
4	Khối lượng thể tích xốp	g/cm ³	1,59	TCVN 7572-6:2006
5	Độ hút nước	%	2,93	TCVN 7572-4:2006
6	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	1,5	TCVN 7572-8:2006
7	Mô đun độ lớn, M _{dl}	-	2,9	TCVN 7572-2:2006

Bảng 4. Thành phần hạt của cát nhẹ

Chỉ tiêu	Kích thước cỡ sàng, mm					
	9,5	4,75	2,36	1,18	0,3	0,15
Khối lượng sét sàng mi (g)	0	57,8	452,0	234,2	141,9	94,1
Tỷ lệ lọt sàng, %	100	94,2	49,0	25,6	11,5	10,1
Thành phần hạt yêu cầu theo ASTM C1761-17	100	65-100	-	15-80	0-35	0-25

mất một phần nước hấp thụ, tồn tại bền vững, không thay đổi kích thước và trạng thái.

Với mục đích so sánh, ngoài SAP, còn sử dụng cát nhẹ keramzit (LS) là sản phẩm thông dụng được nung phòng nở từ sét, có khả năng hút và giữ nước. Tính chất cơ bản của LS như trong Bảng 4 và Bảng 5.

Theo ASTM C1761-17 [7], LS đạt yêu cầu làm vật liệu nội bảo dưỡng bê tông; Với SAP chưa có tiêu chuẩn riêng, tuy nhiên các đặc tính của nó có thể phù hợp với chức năng của vật liệu nội bảo dưỡng vữa và bê tông xi măng.

Bảng 5. Tính chất cơ lý của cát nhẹ

TT	Chỉ tiêu	PP thí nghiệm	Đơn vị	Giá trị	Yêu cầu theo ASTM C1761
1	Khối lượng riêng	TCVN 6221	g/cm ³	1,88	-
2	Khối lượng thể tích hạt	TCVN 6221	g/cm ³	1,52	-
3	Khối lượng thể tích xốp	TCVN 7572	kg/m ³	930	≤1120
5	Độ hút nước (bão hòa khô bề mặt)	ASTM C1716	%	17,5	≥5
6	Hàm lượng bụi, bùn, sét	ASTM C1716	%	1,9	
7	Mô đun độ lớn	TCVN 7572	-	2,7	-

2.4. Phụ gia siêu dẻo (PGSD)

Sika ViscoCrete 3000-20M là phụ gia siêu dẻo gốc Polycarboxylate, loại G theo tiêu chuẩn TCVN 8826:2011, với đặc tính sau: chất lỏng màu nâu đậm; Khối lượng thể tích: 1,09- 1,11kg/l; Liều lượng sử dụng: 0,7 - 2,5 lít/100kg xi măng; Độ pH: 4,5 - 6,5.

2.5. Nước

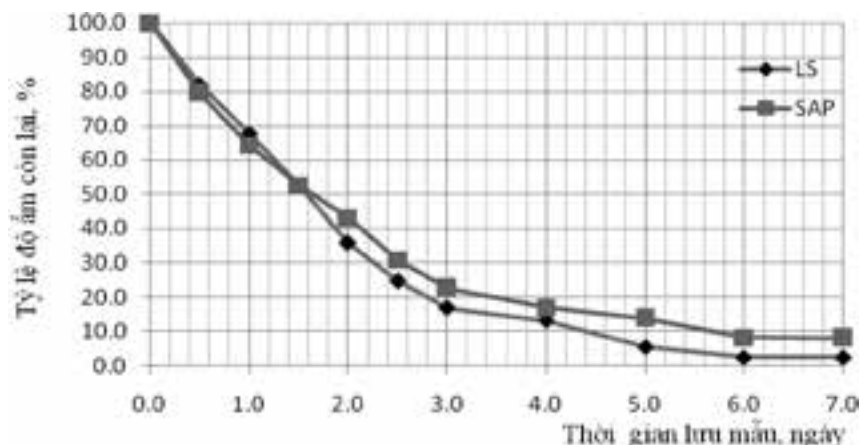
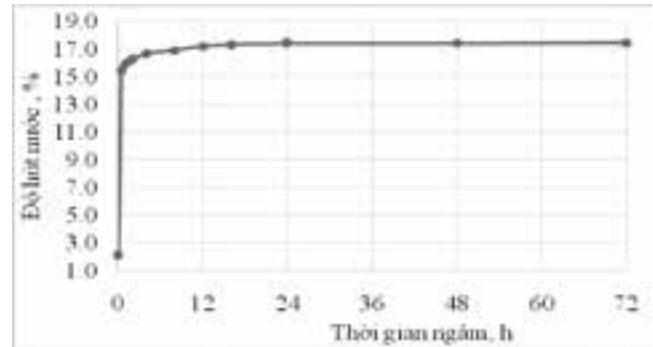
Nước máy sinh hoạt được sử dụng để trộn vữa và bão hòa vật liệu IC.

3. Kết quả thực nghiệm và luận bàn

3.1. Khảo sát sự hút và nhả nước của vật liệu nội bảo dưỡng

Độ hút và nhả nước là một tính chất quan trọng để tính toán lượng nước cung cấp cho việc nội bảo dưỡng bê tông, là cơ sở để tính toán lượng dùng vật liệu nội bảo dưỡng cho bê tông; xác định trên cơ sở tiêu chuẩn ASTM C1498-17 [6]. Để đánh giá hiệu quả của vật liệu nội bảo dưỡng thông qua tỷ lệ giữa độ nhả nước (D) với độ hút nước (A), ASTM C1761 quy định vật liệu IC cần có $D \geq 0.85A$. [7]

Để xác định độ hút nước của mẫu vật liệu nội bảo dưỡng (cát nhẹ), mẫu cát nhẹ (LS) được sấy khô đến khối lượng không đổi, sau đó được ngâm nước ở nhiệt độ phòng (ngập 20mm) và xác định độ hút nước ở điều kiện khô bề mặt sau các thời gian ngâm khác nhau. Kết quả đo được thể hiện trên Hình 2.


Hình 3. Độ nhả nước của LS và SAP theo thời gian

Hình 2. Độ hút nước của mẫu cát nhẹ (LS) theo thời gian

Kết quả nghiên cứu cho thấy vật liệu LS hút nước mạnh trong khoảng 5 - 6 giờ đầu, sau 12 giờ thì chậm lại và đến khoảng 48 giờ thì gần như bão hòa trong điều kiện thí nghiệm. Điểm bão hòa nước ở trạng thái ướt bề mặt (độ ẩm tổng) của cát nhẹ xác định sau 48h ngâm mẫu, $MT = 34,3\%$; độ hút nước bão hòa khô bề mặt, $MSD = 17,5\%$, như vậy độ ẩm bề mặt: $Ms = MT - MSD = 16,8\%$.

Đối với SAP, tốc độ hút nước và giá trị hút nước bão hòa lớn hơn nhiều so với LS, mẫu hút nước rất nhanh trong những giờ đầu và các hạt SAP trương nở và tồn tại như thể gel, sau 6-8h đã gần như bão hòa nước; độ hút nước sau 24h ngâm đạt trung bình 157 lần so với khối lượng khô (15700%).

Mẫu vật liệu IC là LS và SAP sau khi đã bão hòa nước (khô bề mặt) được cho vào cốc gổm và đặt trong tủ khí hậu (nhiệt độ $27 \pm 2^\circ\text{C}$, độ ẩm tương đối $94 \pm 2\%$) để khảo sát khả năng thoát ẩm bằng phương pháp cân mẫu sau thời gian lưu tăng dần. Thí nghiệm kết thúc khi sau hai lần cân liên tiếp mà khối lượng mẫu thay đổi không quá 0,1%. Kết quả thí nghiệm được thể hiện trên Hình 3.

Kết quả thực nghiệm cho thấy, cả hai mẫu LS và SAP nhả ẩm nhanh trong vòng 3 ngày đầu, sau khoảng 6 - 7 ngày thì gần như hết nước đã thấm hút; tỷ lệ độ ẩm còn lại của LS và SAP so với độ ẩm ban đầu lần lượt là 2,4% và 8,1%, hay tỷ lệ nhả ẩm tương ứng là 98% và 92% đạt yêu cầu làm vật liệu IC theo ASTM C1761. [16]

3.2. Tính toán lựa chọn thành phần vữa nghiên cứu

Thành phần vữa ban đầu (đối chứng) được xác định từ các số liệu: CL/CKD; N/CKD; SF/CKD = 10%; PGSD được điều chỉnh để các hỗn hợp vữa có độ chảy ban đầu 200 - 220 mm. Lượng vật liệu IC (bão hòa nước) được tính toán theo phương trình (1) và (2) với độ co hóa học $CS = 0,065$, sau đó tính thể tích hạt tương ứng. Với cấp phối IC, thiết kế thành phần theo nguyên tắc tổng thể tích cốt liệu (cát nặng và vật liệu IC) là không đổi, nghĩa là vật liệu IC sẽ được thay một phần cốt liệu theo thể tích. Kết quả các cấp phối được trình bày trong Bảng 6.

3.3. Độ co tự sinh của vữa

Độ co nội sinh (AS) của vữa được thí nghiệm trên cơ sở ASTM C1698-19 [6]. Dụng cụ thí nghiệm bao gồm một ống nhựa mềm polyethylene có gắn với kích thước 23x420mm với các nút nhựa để giữ lại mẫu vữa trong ống. Dụng cụ này

Bảng 6. Tỷ lệ vật liệu cho các mẫu vữa

Ký hiệu cấp phối (*)	Ký hiệu mẫu đo AS	Tỷ lệ vật liệu tính theo chất kết dính					
		CL/CKD	Vic/Vcl	N/CKD	SF/CKD	Vật liệu IC	PGSD/CKD
V35	ĐC	1.80	-	0.35	0	-	0,8%
V35LS	LS	1.15	0.35	0.35	0	LS	0,8%
V30SAP	SAP0,02	1.58	0.0002	0.30	0	SAP	0,8%
V30SF	-	1.58	-	0.30	0,1	-	1,0%
V30SFLS	-	1.03	0.33	0.30	0,1	LS	1,0%

(*): Giải thích ký hiệu: V là vữa; Vic và Vcln là thể tích của vật liệu IC và cốt liệu nhỏ; chỉ số 30 và 35 là tỷ lệ N/CKD (%); LS và SAP là loại vật liệu IC.

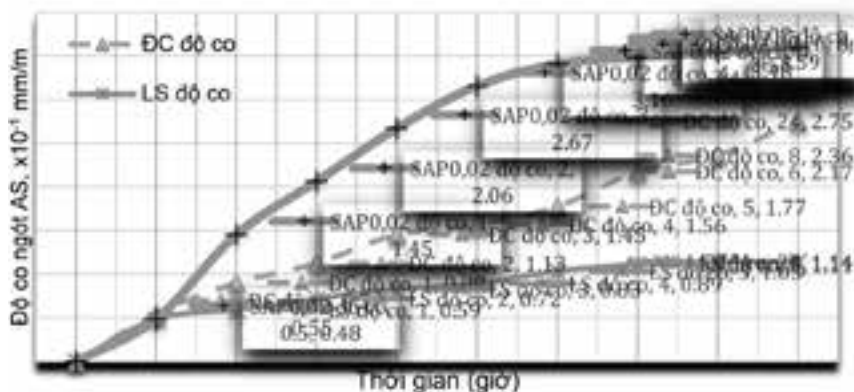
được đặt trên một khung cứng (làm bằng thép hợp kim) có gắn đồng hồ đo biến dạng ngót của vữa. Khung và mẫu được đặt trong phòng thí nghiệm với điều kiện chuẩn để tránh sai số do biến dạng nhiệt và ẩm.

Kết quả độ co tự sinh của các mẫu vữa được thể hiện trên Hình 5.

Đo biến dạng của mẫu ngay sau khi tạo hình và gá vào giá đo. Ở 30 phút đầu, cả 3 mẫu thí nghiệm có độ co ngót gần như nhau, sau 30 phút giá trị co bắt đầu có sự khác biệt. Trong khoảng 5 giờ đầu độ co tăng khá nhanh, đặc biệt mẫu SAP có sự co ngót mạnh hơn so với mẫu ĐC và LS, tuy nhiên sau 5 giờ mẫu SAP và LS cho độ co ổn định, trong khi đó mẫu ĐC vẫn tiếp tục tăng. Sau khoảng 5 - 24h mẫu SAP và LS có độ co ngót phát triển rất chậm, trong đó mẫu LS ổn định hơn. Như vậy, mẫu LS có độ co nội sinh ổn định và ở mức thấp. Mẫu SAP co ngót mạnh trong khoảng 5h đầu nhưng sau đó ổn định. Mẫu ĐC có độ co tăng liên tục khá đều trong thời gian đo đến 24h.



Hình 4. Thiết bị thí nghiệm co tự sinh theo ASTM C1698



Hình 5. Đồ thị biểu diễn độ co tự sinh của vữa

Từ kết quả thực nghiệm có thể kết luận, nội bảo dưỡng bằng LS bão hòa nước có tác dụng giảm khá mạnh co nội sinh của vữa (hơn 58%). Tuy nhiên khi nội bảo dưỡng bằng SAP thì co nội sinh của vữa trong vòng 4-5h đầu lại tăng nhanh, điều này có thể do trong môi trường hồ xi măng có sự trao đổi ion kiềm với SAP (ở dạng hydrogel) đã giải phóng một phần nước trong gel SAP gây co ngót thể tích gel và dẫn đến tăng co nội sinh của vữa. Cũng lưu ý rằng, nếu thực hiện đo và tính toán biến dạng của mẫu SAP bắt đầu khi kết thúc đông kết (khoảng 5 - 6h) thì mẫu SAP có độ co rất nhỏ và thấp nhất trong các mẫu thí nghiệm.

3.4. Cường độ của vữa

Cường độ chịu nén của vữa được thử nghiệm dựa theo TCVN 6016 về kích thước, tạo hình và bảo dưỡng mẫu, kết quả trình bày trong bảng 7.

Bảng 7. Cường độ nén của các mẫu vữa

Ký hiệu	Cường độ nén, MPa, ở tuổi		Tỷ lệ so với mẫu không IC, %	
	7 ngày	28 ngày	7 ngày	28 ngày
V35	57,5	58,2	100	100
V35LS	51,9	64,4	90	111
V30SF	58,5	68,5	100	100
V30SFSAP	55,7	71,5	95	104
V30SFLS	55,4	74,2	95	108

Kết quả thực nghiệm cho thấy các mẫu vữa IC nhìn chung đạt cường độ ở tuổi sớm (7 ngày) thấp hơn khoảng 5% - 10%, nhưng cường độ tuổi 28 ngày lại cao hơn, khoảng 4% - 11%, so với cấp phối đối chứng. Sự có mặt của SF có

cải thiện cường độ của vữa. Có thể giải thích các hiện tượng trên như sau: ở tuổi sớm, khi có mặt LS hoặc SAP bão hòa, hiệu ứng co ích của IC chưa bù đắp được sự suy giảm về cường độ của vữa (do cường độ của hỗn hợp cốt liệu suy giảm và độ ẩm bên trong vữa cao hơn). Ở tuổi muộn, hiệu ứng tích cực của nội bảo dưỡng đã phát huy như giảm và bù co ngót tự sinh, tăng cường thủy hóa xi măng, do đó cường độ của vữa được cải thiện. Trong nghiên cứu này cũng cho thấy hiệu quả chưa rõ của silicafume về cường độ của vữa khi kết hợp nội bảo dưỡng, có thể hiệu ứng này sẽ phát huy ở tuổi muộn hơn.

(xem tiếp trang 98)

Bảng 6. Kết quả đánh giá của ví dụ 3

Tình huống	Tỉ số % cấu kiện nguy hiểm			Cấp nguy hiểm của tòa nhà
	Móng	Kết cấu chịu lực phần thân	Cấu kiện bao che	
TH1	$\rho_{fđm} = 93,75\%$	$\rho_{sdm} = 0\%$	$\rho_{esdm} = 0\%$	A
TH2	$\rho_{fđm} = 0\%$	$\rho_{sdm} = 0,5\%$	$\rho_{esdm} = 0\%$	B
TH3	$\rho_{fđm} = 0\%$	$\rho_{sdm} = 8,1\%$	$\rho_{esdm} = 0\%$	B
TH4	$\rho_{fđm} = 0\%$	$\rho_{sdm} = 16,2\%$	$\rho_{esdm} = 0\%$	B

Bên cạnh các nhận xét đã nêu ở phần 2 và phần 3, có thể kết luận thêm rằng, phương pháp đánh giá theo TCVN 9381:2012 rất dễ áp dụng, tuy nhiên phương pháp đánh giá này còn nhiều bất cập, và kết quả đánh giá có thể không chính xác.

Lời cảm ơn: Bài báo này được hoàn thành trong khuôn khổ đề tài NCKH cấp Bộ, mã số RD43-21: “Nghiên cứu xây dựng quy trình đánh giá an toàn công trình trong quá trình khai thác, sử dụng”.

Tài liệu tham khảo

1. Chỉ thị 05/CT-TTg, ngày 15/2/2016, về việc kiểm tra, rà soát, đánh giá an toàn chịu lực nhà ở và công trình công cộng cũ, nguy hiểm tại đô thị.
2. Nghị định số 69/2021/NĐ-CP, ngày 15/7/2021, về cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư.
3. Nghị định số 06/2021/NĐ-CP, ngày 26/01/2021. Quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng, thi công xây dựng và bảo trì công trình xây dựng.
4. Thông tư số 10/2021/TT-BXD, ngày 25/8/2021. Hướng dẫn một số điều và biện pháp thi hành Nghị định số 06/2021/NĐ-CP ngày 26/01/2021 và Nghị định số 44/2016/NĐ-CP ngày 15/5/2016.
5. TCVN 9381:2012. Hướng dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà.
6. ACI 437R-19. Strength Evaluation of Existing Concrete Buildings.
7. ACI 364.1R-94 (Reapproved 1999). Guide for Evaluation of Concrete Structures Prior Rehabilitation.
8. ASCE 11-99. Guideline for Structural Condition Assessment of Existing Buildings.
9. ASCE/SEI 41-17. Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings.
10. Eurocode 8. Design of structures for earthquake resistance, Part 3: Assessment and retrofitting of buildings.
11. ISO 13822:2010. Bases for design of structures - Assessment of existing structures.
12. JCSS. Probabilistic Assessment of Existing Structures. RILEM publications, 2001.
13. JRC 94918 (EUR 27128 EN), 2015. New European Technical Rules for the Assessment and Retrofitting of Existing Structures.

Hiệu quả nội bảo dưỡng vữa xi măng...

(tiếp theo trang 93)

4. Kết luận

Cát nhẹ LS và SAP sản xuất trong nước có thể đáp ứng yêu cầu kỹ thuật để làm vật liệu nội bảo dưỡng cho vữa cường độ cao. Sử dụng LS đem lại hiệu quả giảm co nội sinh cho vữa tốt hơn SAP. Khi sử dụng SAP cần lưu ý hiện tượng biến đổi cấu trúc nước hấp thụ bởi tác động của môi trường kiềm hồ xi măng.

Với các đặc tính hút nước, nhả nước phù hợp của LS, trên cơ sở tính toán và lựa chọn hàm lượng của nó theo các cơ sở lý thuyết về nội bảo dưỡng, có thể đem lại hiệu quả tốt về giảm co nội sinh (trên 50%) và nâng cao cường độ chịu nén của vữa (5-11%) so với mẫu đối chứng./.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Duy Hiếu, Cơ sở khoa học về nội bảo dưỡng cho bê tông, Tạp chí Xây dựng, 2016.
2. Nguyen Duy Hieu, Le Quang Hung, Water movement in Internally Cured Concrete, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 365, Modern Building Materials, 032029, 2018.
3. Dale P.Bentz, Peitro Luna, John W Roberts, Mixture Proportioning for Internal curing, NIST- National Institute of Standards and Technology, 2005.
4. ACI (308-213)R-13 Report on Internally Cured Concrete Using Prewetted Absorptive Aggregate.
5. ASTM C1498-04a(2016) Standard Test Method for Hygroscopic Sorption Isotherms of Building Materials.
6. ASTM C1698-19 Standard Test Method for Autogenous Strain of Cement Paste and Mortar.
7. ASTM C1761-17 Standard Specification for Lightweight Aggregate for Internal Curing of Concrete.