

Nghiên cứu sử dụng vật liệu rỗng Vermiculite làm cốt liệu để chế tạo vữa phủ vi sinh

Nguyễn Văn Tuấn^{1*}, Đinh Tiến Đạt¹, Nguyễn Văn Hà¹, Vũ Văn Linh², Nguyễn Công Thắng¹

¹ Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, 55 đường Giải Phóng, Hai Bà Trưng, Hà Nội

² Viện Vật liệu Xây dựng, 235 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

TỪ KHOÁ

Vật liệu rỗng vermiculite
Vi khuẩn
Hợp chất cao phân tử ngoại bào
Vữa phủ vi sinh
Cường độ nén

TÓM TẮT

Nội dung của bài báo sẽ trình bày kết quả nghiên cứu ban đầu về việc sử dụng vật liệu rỗng Vermiculite không chứa vi khuẩn và có chứa vi khuẩn để chế tạo vữa vi sinh để bảo vệ lớp phủ bề mặt bê tông trong hệ thống cống bê tông cốt thép thoát nước thải sinh hoạt. Các tính chất của vữa sẽ được đánh giá trong điều kiện tiêu chuẩn và trong môi trường nước thải. Các kết quả nghiên cứu ban đầu cho thấy, có thể sử dụng vật liệu rỗng vermiculite với hàm lượng từ 0 % đến 30 % thay thế theo thể tích cát để chế tạo vữa phủ với cường độ uốn ở tuổi 28 ngày đạt trên 5 MPa, cường độ nén của vữa đạt trên 30 MPa.

KEYWORDS

Vermiculite
Bacteria
Glycocalyx
Biological mortar coating
Compressive strength

ABSTRACT

This paper presents the preliminary study on using vermiculite with and without bacteria to make new biological coating mortars to protect the concrete substrate of reinforced concrete culvert systems exposed to the aggressive environment in drainage systems. The properties of mortar will be evaluated under standard condition and in a typical wastewater environment. The experimental results show that adding 0-30% vermiculite (by vol.) to replace sand to make a coating mortar with a 28-day flexural strength of over 5 MPa and 28-day compressive strength of over 30 MPa.

1. Giới thiệu

Bê tông là loại vật liệu có mặt trong hầu hết các công trình, cơ sở hạ tầng trên mặt đất và hệ thống ngầm. Bê tông chỉ được coi là vĩnh cửu trong môi trường không khí bình thường và trong môi trường nước mềm, nhưng khi được sử dụng cho các công trình thoát và xử lý nước thải thì độ bền của chúng giảm đáng kể. Theo số liệu của thế giới, với nồng độ H₂SO₄ từ 80 đến 300 phần triệu, sau 7 năm, bê tông sử dụng chất kết dính xi măng pooc lăng có thể bị phá hủy với chiều sâu đến 5 cm [1]. Tại những thành phố lớn, số lượng dân cư đông, nước thải chứa nhiều abumin do thức ăn thừa, những hợp chất hữu cơ, vô cơ có chứa lưu huỳnh, và một loại vi sinh yếm khí phân hủy sinh ra, chúng có tên là Thiobacillus là tác nhân chủ yếu gây ăn mòn cho bê tông trong nước thải. Khi bị kích hoạt bởi chính lưu lượng nước thải, các vi khuẩn này hoạt động mạnh hơn, đẩy nhanh việc tạo ra khí H₂S. Khí này một lần nữa lại kích thích sự phát triển của vi khuẩn, dẫn đến sự hình thành axit sunfuric (H₂SO₄) trong hệ thống ống cống nước thải. Những vi khuẩn này tạo ra nhiều H₂SO₄ hơn toàn bộ ngành công nghiệp hóa trên thế giới [2]. Việt Nam, với điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa, nhiệt độ từ 10 °C – 38 °C được đánh giá là rất thuận lợi để vi khuẩn sinh trưởng, phát triển và tạo ra khí H₂S. Trong hệ thống đường ống nước thải chia làm 03 khu vực: (1) khu vực luôn luôn ngập nước, (2) khu vực có mực nước thải thay đổi và (3) khu vực trong môi trường khí thải. Trong đó, môi trường (3) khí thải, sẽ tồn tại một lượng nhất định khí H₂S và ngưng tụ trên bề mặt bê

tông, qua quá trình oxy hoá sẽ tạo thành H₂SO₄ [1][3]. Quá trình ăn mòn bê tông trong nước thải diễn ra theo thứ tự: sự phân hủy của các hợp chất hữu cơ hình thành H₂S; giải phóng H₂S từ nước thải và màng sinh học; bê tông bị giảm độ pH; oxy hóa sunfua [3].

Ăn mòn bê tông do axit được gọi là ăn mòn loại II [4], trong đó axit sunfuric (H₂SO₄) được cho là một trong những loại axit có mức độ ăn mòn bê tông mạnh nhất. Mức độ phá hoại mạnh của axit H₂SO₄ là do sự tác động đồng thời của các quá trình hóa học đến sự phân hủy Ca(OH)₂, tạo thành thạch cao, hoặc với monosunfat hoặc C₃AH₆, tạo thành ettringite (C₃A.3CaSO₄.32H₂O), gây ra nở thể tích cho bê tông. Ettringite sinh ra gây ra các vết nứt ở bề mặt và ảnh hưởng lớn đến khả năng làm việc của bê tông [4][5]. Thông thường, trong môi trường kiềm của bê tông với độ pH ở mức 12 - 13, cốt thép hoàn toàn được bảo vệ khỏi các tác nhân ăn mòn nhờ vào lớp màng mỏng trên bề mặt (dày từ 2 – 20 nm). Tuy nhiên, khi axit xâm nhập ngày càng sâu hơn vào trong cấu trúc bê tông, nó bắt đầu gây hư hại phần bên trong bê tông, làm giảm chỉ số pH của bê tông xuống dưới mức 10, sẽ làm hỏng lớp kiềm bảo vệ cốt thép [6]. Kết quả là cốt thép bị ăn mòn, kết cấu bê tông cốt thép (BTCT) sẽ bị phá hoại.

Với hệ thống ống cống nước thải sinh hoạt bằng BTCT, để tăng độ bền cho kết cấu một trong những giải pháp có thể được sử dụng là ngăn cản sự ngưng tụ của khí H₂S để không xảy ra quá trình oxy hóa thành H₂SO₄. Để giải quyết vấn đề này, một loại vữa chứa vi sinh vật có khả năng biến đổi khí H₂S sinh ra trong nước thải thành những chất

*Liên hệ tác giả: tuannv@nuce.edu.vn

Nhận ngày 26/02/2022, sửa xong ngày 15/04/2022, chấp nhận đăng 26/05/2022

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.04.2022.353>

bền vững trong bê tông. Trong vữa vi sinh, vật liệu rỗng thông thường được sử dụng để cung cấp lỗ rỗng làm môi trường sống và phát triển cho vi khuẩn. Trong số các vật liệu rỗng, vermiculite được đánh giá là vật liệu rỗng có khả năng giữ ẩm cao và độ pH trung tính, có thể hấp thụ hiệu quả các cation (ví dụ, Ca^{2+} và Mg^{2+}) cần thiết cho sự phát triển của vi khuẩn. Trong vữa phủ vi sinh, được phát triển dựa trên hợp chất cao phân tử ngoại bào glycocalyx được tạo ra xung quanh tế bào vi khuẩn để bảo vệ chất nền của bê tông. Hợp chất cao phân tử ngoại bào glycocalyx được tạo ra bằng cách sử dụng vi khuẩn *Rhodobacter capsulatus* để kiểm soát hiệu quả sự xâm nhập của các ion sunfat và độ bền của kết cấu khi chịu tác động của các ion sunfat được đánh giá dựa trên độ dày của lớp phủ [7][9].

Trong nghiên cứu này, vật liệu rỗng sử dụng là vermiculite và vi khuẩn sử dụng là *Rhodobacter capsulatus* được nuôi cấy ở nồng độ 10^9 cel/mL, độ pH của môi trường nuôi cấy là axit malic với pH = 6-8 để cải thiện môi trường có tính kiềm cao [5]. Vật liệu rỗng chứa vi khuẩn được sử dụng để thay thế đến 30 % hàm lượng cốt liệu mịn trong hỗn hợp. Một số tính chất của vữa được đánh giá bao gồm độ lưu động, khối lượng thể tích, cường độ uốn và cường độ nén.

Bảng 1. Tính chất cơ lý của xi măng và cốt liệu.

Tính chất cơ lý	Đơn vị	XM	Vermiculite	Cát
Khối lượng riêng	g/cm ³	3,1	0,41	2,638
Khối lượng thể tích hạt	g/cm ³		0,34	2,600
Tỷ diện Blaine	m ² /g	0,387	5,93	0,021
Độ ổn định thể tích	mm	0,2		
Độ pH	-		7-7,5	
Độ hút nước bão hòa	%		301	
Giới hạn bền nén sau 3 ngày	MPa	33,5		
Giới hạn bền nén sau 28 ngày	MPa	54,6		
Đường kính hạt trung bình	µm	17,3		
Kích thước hạt	Mm		0,14 ÷ 2,5	0,14-0,315

Bảng 2. Thành phần hóa của xi măng và cốt liệu.

Vật liệu	Thành phần hóa (%)								
	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	TiO ₂
Xi măng	0,0991	1,3858	4,0826	16,9609	3,6563	68,4947	3,7781	0,7626	0,4069
Polyme	0,4504	0,3384	10,9170	11,3066	0,3720	74,6183	0,7346	0,1410	0,8548
Vermiculite	-	12,7917	15,9590	37,7270	0,0721	1,5633	21,8348	6,8237	2,4553

2.2. Cấp phối vữa sử dụng trong nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, để đưa ra được cấp phối chính xác và phù hợp để chế tạo vữa chứa vermiculite vi sinh, nhóm nghiên cứu đã đưa ra những cấp phối sơ bộ với tỷ lệ cát/chất kết dính (C/CKD) và nước/chất kết dính (N/CKD) khác nhau để khảo sát và chọn tỷ lệ phù

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu sử dụng

Trong nghiên cứu, xi măng (XM) sử dụng là PC40 Nghi Sơn, các tính chất cơ lý của xi măng đạt yêu cầu theo TCVN 2682:2009 [10]. Phụ gia polyme của hãng Wacker có tên thương mại là Vinnapas-5010N, một loại bột đồng trùng hợp của vinyl axetat và etilen. Sử dụng phụ gia polyme nhằm cải thiện độ bám dính, độ bền uốn, chống biến dạng và chống mài mòn cho vữa [11]. Cốt liệu mịn sử dụng với đường kính trung bình 0,315 mm. Vật liệu rỗng sử dụng trong nghiên cứu là vermiculite, đây là một loại đất sét tự nhiên trung tính (aluminum - iron magnesium silicates); có độ pH 7 ÷ 7,5; có điện tích âm vĩnh viễn; và hấp thụ các ion photphat do điện tích bề mặt cao [12]. Vermiculite có cấu trúc phân lớp với độ xốp cao và có tính chất phù hợp để nuôi cấy vi sinh vật.

Tính chất cơ lý của xi măng, cát, polyme và vermiculite được thể hiện ở Bảng 1. Thành phần hóa được thể hiện trong Bảng 2.

hợp với mục tiêu đặt ra. Tỷ lệ thành phần cấp phối sơ bộ được thể hiện ở Bảng 3.

Các kết quả nghiên cứu cho thấy khi tăng tỷ lệ N/CKD với mỗi tỷ lệ C/CKD thì cường độ nén của vữa giảm, điều này hoàn toàn phù hợp với quy luật thông thường. Tại mỗi tỷ lệ N/CKD, khi tăng tỷ lệ C/CKD thì cường độ nén của vữa giảm. Tuy nhiên, do mục tiêu của đề

tài chế tạo vữa phù với cường độ nén trên 20 MPa do vậy trong cấp phối khảo sát lựa chọn tỷ lệ C/CKD từ 1,4 đến 2,2. Qua kết quả khảo sát sơ bộ, đề tài lựa chọn cấp phối với tỷ lệ C/CKD = 1,8 và N/CKD = 0,4 có cường độ uốn và nén phù hợp với mục tiêu đặt ra. Trên cơ sở các tỷ lệ này, đề tài tiếp tục nghiên cứu các tính chất của vữa sử dụng vật liệu rỗng vermiculite trong chế tạo vật liệu phù vi sinh để đánh giá ảnh hưởng của vật liệu rỗng đến tính chất của vữa.

Bảng 3. Tỷ lệ thành phần cấp phối sơ bộ.

TT	C/CKD	N/CKD	Ru7, MPa	Rn7, MPa
1	1,4	0,38	5,12	46,7
2	1,6	0,38	4,58	43,5
3	1,8	0,38	4,55	39,6
4	2,0	0,38	4,42	35,6
5	2,2	0,38	4,21	32,5
6	1,4	0,40	4,94	41,5
7	1,6	0,40	4,53	38,2
8	1,8	0,40	4,23	35,8
9	2,0	0,40	4,20	32,5
10	2,2	0,40	4,10	29,8
11	1,4	0,42	4,56	38,3
12	1,6	0,42	4,55	35,1
13	1,8	0,42	4,23	34,5
14	2,0	0,42	4,05	31,2
15	2,2	0,42	4,10	28,1

Nghiên cứu ảnh hưởng của vật liệu rỗng vermiculite đến các tính chất của vữa, đề tài đánh giá ảnh hưởng của vermiculite với hai trạng thái mẫu vật liệu rỗng tự nhiên và vật liệu rỗng vermiculite chứa vi khuẩn *Rhodobacter capsulatus*. Hàm lượng vật liệu rỗng sử dụng với hàm lượng 0 %, 10 %, 20 %, 30 % theo thể tích của Cát. Cấp phối được lựa chọn với tỷ lệ C/CKD = 1,8 và tỷ lệ N/CKD = 0,4; trong nghiên cứu này đề tài lựa chọn vật liệu polyme Vinnapas-5010N với hàm lượng là 5 % theo khối lượng chất kết dính. Tỷ lệ thành phần vật liệu của cấp phối vữa sử dụng vermiculite tự nhiên và vermiculite chứa vi sinh được thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 4. Tỷ lệ thành phần vật liệu của cấp phối vữa chứa vermiculite tự nhiên và chứa vermiculite vi sinh.

T T	C/CKD	N/CKD	polyme/CKD %	Vermiculite, %	
				Tự nhiên	Chứa vi khuẩn
1	1,8	0,4	5	0	0
2	1,8	0,4	5	10	
3	1,8	0,4	5	20	
4	1,8	0,4	5	30	
5	1,8	0,4	5		10
6	1,8	0,4	5		20
7	1,8	0,4	5		30

Bảng 5. Lượng dùng vật liệu của vữa chứa vermiculite tự nhiên và chứa vermiculite vi sinh.

TT	XM	N	Polyme	Vermiculite, g		Cát silica g
				Tự nhiên	Chứa vi khuẩn	
	g	g	g			
1	675,5	270,2	33,78	0	0	1215,9
2	675,5	270,2	33,78	18,38		1094,3
3	675,5	270,2	33,78	36,75		972,7
4	675,5	270,2	33,78	55,13		851,1
5	675,5	205,4	33,78		83,15	1094,3
6	675,5	131,5	33,78		166,30	972,7
7	675,5	57,5	33,78		249,45	851,1

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Độ lưu động của hỗn hợp vữa được xác định theo TCVN 3121-3:2003 [13].

Khối lượng thể tích của hỗn hợp vữa được thực hiện theo TCVN 3121-6:2003 [14].

Cường độ uốn, nén của vữa được xác định theo TCVN 3121-11:2003 [15]. Hỗn hợp vữa được đổ vào khuôn hình lăng trụ với kích thước 40 × 40 × 160 mm. Mẫu được bảo dưỡng ở điều kiện tiêu chuẩn trong 24h, sau đó mẫu được tháo khuôn và bảo dưỡng trong các môi trường khác nhau, cụ thể:

(MT1): mẫu được bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn.

(MT2): mẫu được bảo dưỡng trong môi trường nước thải, mẫu được lưu ở phía trên mực nước thải.

Thông số của nước thải sử dụng trong nghiên cứu được thể hiện dưới đây:

- Nồng độ COD: 350-400 (mg/l)
- Tải trọng hữu cơ ORL: 1-1.2 (kg COD/m³.ngày)
- Chất dinh dưỡng amoni: 45-50 (mg/l)
- Phốt pho: 10 (mg/l)
- Vi lượng để nuôi cấy bùn hạt hiếu khí

Cường độ nén của các cấp phối vữa sử dụng vermiculite tự nhiên được xác định ở tuổi 7 ngày và 28 ngày; các cấp phối vữa chứa vermiculite vi sinh được dưỡng hộ trong các môi trường khác nhau được xác định ở tuổi 28 ngày.

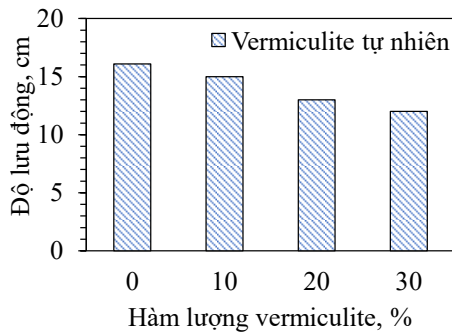
3. Kết quả nghiên cứu và bàn luận

3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng vermiculite đến độ lưu động của hỗn hợp vữa

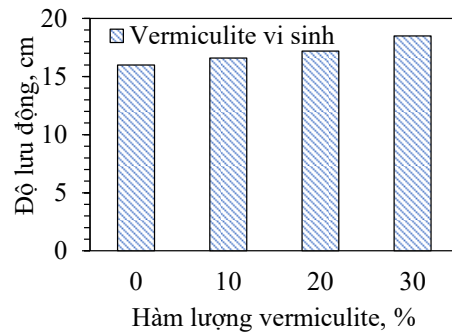
Kết quả thí nghiệm về ảnh hưởng của hàm lượng vermiculite tới độ lưu động của vữa thể hiện ở Hình 1 và Hình 2. Kết quả thí nghiệm cho thấy, với cấp phối vữa sử dụng vermiculite tự nhiên (không chứa vi khuẩn), khi hàm lượng vermiculite tăng, độ lưu động của vữa chứa vermiculite tự nhiên có xu hướng giảm, khi hàm lượng vermiculite sử dụng 10 % thì độ lưu động của hỗn hợp vữa giảm 6,8 % so với mẫu

đối chứng. Khi hàm lượng vermiculite sử dụng đến 30 % độ lưu động của hỗn hợp vữa giảm đến 25 %, độ lưu động của vữa giảm từ 16 cm xuống 12 cm tương ứng tỷ lệ Vermiculite là 0 % và 30 %. Tuy nhiên, với mẫu sử dụng vermiculite chứa vi khuẩn, độ lưu động của vữa có xu hướng tăng dần khi tăng hàm lượng vermiculite, khi hàm lượng vermiculite sử dụng 10 % thì độ lưu động của hỗn hợp vữa tăng 4 % so với mẫu đối chứng. Khi hàm lượng vermiculite sử dụng đến 30 % độ lưu động của hỗn hợp vữa tăng đến 15 %. Như vậy, độ lưu động

giữa vữa sử dụng vermiculite chứa vi khuẩn thì độ lưu động của vữa tăng đến 35 % so với mẫu vermiculite tự nhiên (không chứa vi khuẩn). Việc sử dụng vermiculite tự nhiên sẽ giảm độ lưu động của vữa điều này là do các hạt vermiculite có độ rỗng lớn, tỷ diện tích bề mặt của hạt lớn 5,93 m²/g. Tuy nhiên, với mẫu sử dụng vật liệu rỗng chứa vi khuẩn tăng độ lưu động là do mẫu vermiculite khi đó đã được làm bão hòa nước, do vậy khi nhào trộn trong vữa sẽ không hút lượng nước tự do và không làm giảm độ lưu động của vữa.



Hình 1. Ảnh hưởng của vermiculite tự nhiên đến độ lưu động của vữa.



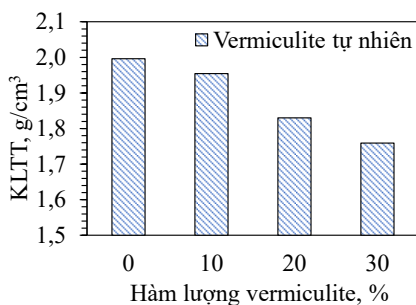
Hình 2. Ảnh hưởng của vermiculite chứa vi sinh đến độ lưu động của vữa.

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng vermiculite đến khối lượng thể tích của hỗn hợp vữa

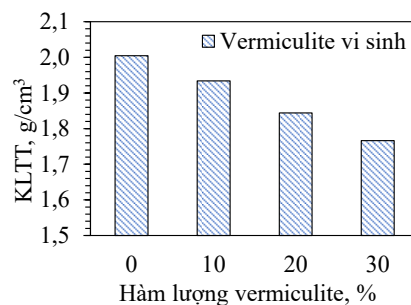
Kết quả về ảnh hưởng hàm lượng vermiculite đến khối lượng thể tích của (KLTT) vữa được thể hiện ở Hình 3 và Hình 4.

Kết quả thể hiện KLTT của vữa sử dụng vermiculite tự nhiên và vermiculite chứa vi sinh không có sự chênh lệch đáng kể. Khi tăng hàm lượng sử dụng vermiculite từ 0 đến 30 % thì KLTT giảm dần, khi hàm lượng vermiculite sử dụng đến 30 % thì KLTT của hai loại vữa xấp xỉ 1,76 g/cm³, giảm khoảng 12 % so với mẫu đối chứng (0 % vermiculite).

Điều này có thể dễ dàng giải thích rằng KLTT hạt của vermiculite nhỏ hơn rất nhiều (0,34 g/cm³) so với KLTT của cát (2,60 g/cm³). Do đó, khi dùng vermiculite với hàm lượng càng lớn thì khối lượng của vữa càng nhẹ. KLTT của từng tỷ lệ sử dụng vermiculite tự nhiên và vermiculite chứa vi sinh tương đồng với nhau là do trong quá trình tính toán cấp phối đã tính giảm lượng nước có trong vermiculite chứa vi sinh nên KLTT theo lý thuyết là tương đương với nhau.



Hình 3. Ảnh hưởng của vermiculite tự nhiên tới KLTT của hỗn hợp vữa.



Hình 4. Ảnh hưởng của vermiculite chứa vi sinh tới KLTT của hỗn hợp vữa.

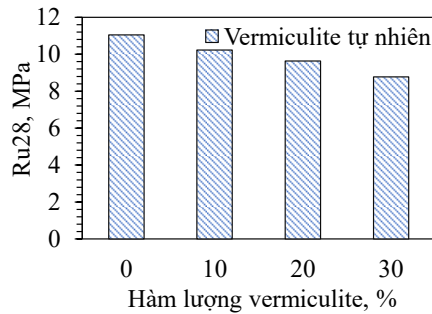
3.3. Ảnh hưởng của hàm lượng vermiculite đến cường độ uốn của vữa

Cường độ uốn của mẫu vữa chứa vermiculite tự nhiên được thể hiện ở Hình 5 và vữa chứa vermiculite vi sinh trong hai môi trường MT1 và MT2 được thể hiện ở Hình 6.

Từ kết quả thí nghiệm, cường độ uốn khi không sử dụng vật liệu

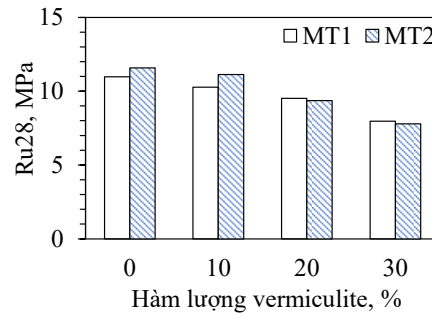
rỗng là 11,05 MPa; cường độ uốn khi sử dụng hàm lượng 30 % vermiculite tự nhiên là 8,78 MPa, vermiculite chứa vi sinh ở MT1 là 7,96 MPa ở MT2 là 7,78 MPa. Mỗi khi sử dụng tăng 10 % vermiculite tự nhiên, cường độ uốn của vữa giảm đi trung bình 7,4 %. Đối với vữa

chứa vermiculite vi sinh, cường độ uốn của mẫu tại hai môi trường có sự chênh lệch nhỏ và có xu hướng giảm dần khi sử dụng tăng hàm lượng vermiculite tương tự như của vữa chứa vermiculite tự nhiên.



Hình 5. Ảnh hưởng của vermiculite tự nhiên tới cường độ uốn 28 ngày của vữa đã đóng rắn

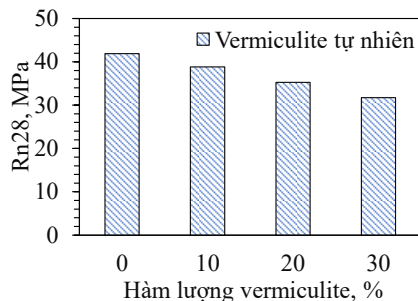
Cường độ uốn của vữa chứa vermiculite tự nhiên và vữa chứa vermiculite vi sinh trong hai MT1 và MT2 hoàn toàn phù hợp với mục tiêu đặt ra là 5 MPa.



Hình 6. Ảnh hưởng của vermiculite chứa vi sinh tới cường độ uốn 28 ngày của vữa đã đóng rắn

3.4. Ảnh hưởng của hàm lượng vermiculite đến cường độ nén của vữa

Cường độ nén ở tuổi 28 ngày của mẫu vữa chứa vermiculite tự nhiên được thể hiện ở Hình 7 và vữa chứa vermiculite vi sinh được thể hiện ở Hình 8. Kết quả cho thấy, cường độ nén của mẫu vữa giảm khi tăng hàm lượng vermiculite, điều này thể hiện với cả mẫu sử dụng vermiculite tự nhiên và vermiculite chứa vi sinh. Việc giảm cường độ khi sử dụng vermiculite trong vữa được giải thích là do vermiculite là loại vật liệu rỗng, có cấu trúc phân lớp và kích thước hạt lớn, kích thước hạt của cốt liệu mịn (0,315 mm) nên trong mẫu vữa chứa vermiculite tự nhiên, khi dùng với hàm lượng càng nhiều thì độ rỗng trong mẫu vữa càng tăng, từ đó làm giảm dần cường độ nén của mẫu.

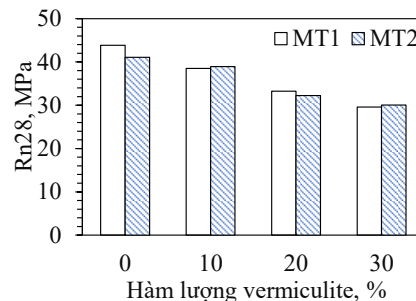


Hình 7. Ảnh hưởng của vermiculite tự nhiên tới cường độ nén 28 ngày của vữa đã đóng rắn

Đối với cường độ nén của mẫu vữa sử dụng vermiculite chứa vi sinh, kết quả thí nghiệm cho thấy, cường độ nén của vữa tương tự như đối với mẫu vữa sử dụng vermiculite tự nhiên. Sự chênh lệch cường độ nén từ 1,6-7,4% của hai loại vữa này thỏa mãn chênh lệch cho phép 10% trong TCVN 3121-11:2003.

Khi nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện môi trường bảo dưỡng đến cường độ nén của vữa sử dụng vật liệu rỗng vermiculite tự nhiên và mẫu chứa vi khuẩn cho thấy: Với mẫu vữa tiếp xúc với môi trường nước thải có cường độ nén không có sự khác biệt đáng kể so với mẫu bảo dưỡng ở điều kiện tiêu chuẩn. Điều này cho thấy ở tuổi 28 ngày

Khi sử dụng vermiculite trong vữa chứa vermiculite tự nhiên, cường độ nén cao nhất đạt được là từ 38,51 đến 39,27 MPa ở hàm lượng vermiculite tự nhiên và vermiculite chứa vi sinh 10 %, giảm 7,27 % so với cấp phối không sử dụng vermiculite. Những cấp phối sử dụng tăng dần hàm lượng vermiculite có cường độ nén giảm dần 7 đến 10% so với cấp phối trước, cường độ nén thấp nhất tại cấp phối có hàm lượng vermiculite tự nhiên 30 % là 31,7 MPa; Tại cấp phối có hàm lượng vermiculite chứa vi sinh trong MT1 là 29,01 MPa, MT2 là 30,04 MPa. Tuy cường độ nén của vữa sử dụng vermiculite 30 % giảm so với cấp phối không sử dụng vermiculite nhưng vẫn đạt được mục tiêu ban đầu mà đề tài đặt ra là 20 MPa.



Hình 8. Ảnh hưởng của vermiculite chứa vi sinh tới cường độ nén 28 ngày của vữa đã đóng rắn

thì mức tác động của các tác nhân trong môi trường nước thải là chưa đủ lâu để ảnh hưởng tới cường độ của vữa.

4. Kết luận

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu thực nghiệm ban đầu đạt được về sử dụng vật liệu vermiculite rỗng thay thế cát làm cốt liệu chế tạo vữa vi sinh để bảo vệ lớp phủ bề mặt bê tông trong hệ thống cống bê tông cốt thép thoát nước thải sinh hoạt, một số kết luận có thể rút ra như sau :

- Hoàn toàn có thể sử dụng vật liệu rỗng vermiculite để chế tạo vữa với cường độ uốn đạt trên 5 MPa và cường độ nén đạt trên 20 MPa. Việc sử dụng vật liệu rỗng vermiculite sẽ làm giảm cường độ của vữa, khi sử dụng đến 30 % vermiculite cường độ nén của vữa ở tuổi 28 ngày giảm đến 35 % so với mẫu đối chứng (0 % vermiculite)

- Khi sử dụng vermiculite tự nhiên để chế tạo vữa sẽ làm giảm độ lưu động của vữa, tuy nhiên với mẫu đã được làm bão hòa trước (vermiculite chứa vi sinh) sẽ cải thiện độ lưu động của hỗn hợp vữa. Việc sử dụng vermiculite sẽ làm giảm khối lượng thể tích của vữa, khi vermiculite sử dụng đến 30 % theo thể tích của cát thì khối lượng thể tích của vữa giảm đến 12 % so với mẫu đối chứng.

- Với mẫu vữa sử dụng vermiculite tự nhiên và vermiculite chứa vi sinh, với cùng hàm lượng sử dụng không có sự khác biệt về khối lượng thể tích và cường độ uốn, cường độ nén ở tuổi 28 ngày. Ở môi trường bảo dưỡng khác nhau, cường độ uốn và cường độ nén ở tuổi 28 ngày của mẫu vữa sử dụng vi sinh và mẫu vữa không sử dụng vi sinh cũng không có sự khác biệt.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn chân thành tới Bộ Khoa học và Công nghệ đã cấp kinh phí để thực hiện Nhiệm vụ khoa học và công nghệ theo nghị định thư mã số: NĐT/KR/21/19; Trường Đại học Xây dựng Hà Nội - Đơn vị chủ trì thực hiện nhiệm vụ; đã tạo điều kiện thuận lợi để nhóm tác giả hoàn thành nội dung nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Cổng thông tin điện tử Bộ Xây Dựng. *Sự ăn mòn phá hoại xi măng Portland trong môi trường nước thải*, [Sự ăn mòn phá hoại xi măng Portland trong môi trường nước thải \(moc.gov.vn\)](http://www.moc.gov.vn), truy cập ngày 09/05/2022.
- [2]. Vụ Khoa học công nghệ và môi trường, Bộ Xây Dựng. *Bảo vệ các kết cấu bê tông tránh ăn mòn vi sinh*. [Bảo vệ các kết cấu bê tông tránh ăn mòn vi sinh \(moc.gov.vn\)](http://www.moc.gov.vn), truy cập ngày 04/04/2022.
- [3]. P. Woyciechowski, P. Lukowski, E. Szmigiera, G. Adamczewski, K. Chilton, and S. Spodzieja. Concrete corrosion in a wastewater treatment plant – A comprehensive case study. *Constr. Build. Mater.*, vol. 303, 2021, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2021.124388.
- [4]. N. M. Phát (2007), *Ăn mòn và chống ăn mòn Bê tông - Bê tông cốt thép trong xây dựng*. Nhà xuất bản Xây Dựng.
- [5]. K. H. Yang, H. S. Lim, and S. J. Kwon. Effective bio-slime coating technique for concrete surfaces under sulfate attack. *Materials*, vol. 13, no. 7, pp. 1–12, 2020, doi: 10.3390/ma13071512.
- [6]. Mạng Thông tin Vật liệu xây dựng Việt Nam. *Sự ăn mòn Kết cấu Bê tông cốt thép, nguyên nhân và cách phòng tránh*. [Sự ăn mòn Kết cấu Bê tông cốt thép, nguyên nhân và cách phòng tránh - Vật liệu xây dựng Việt Nam \(vatlieuxaydung.org.vn\)](http://vatlieuxaydung.org.vn), truy cập ngày 30/04/2022.
- [7]. K. Yang, H. Lim, and S. Kwon. Effective bio-slime coating technique for concrete surfaces under sulfate attack. *Materials (Basel)*, vol. 13, no. 7, pp. 1–12, 2020.
- [8]. K. H. Yang, H. S. Yoon, and S. S. Lee. Feasibility tests toward the development of protective biological coating mortar. *Constr. Build. Mater.*, vol. 181, pp. 1–11, 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.06.027.
- [9]. H. S. Yoon, K. H. Yang, and S. S. Lee. Evaluation of sulfuric acid resistance of biomimetic coating mortars for concrete surface protection. *J. Korea Concr. Inst.*, vol. 31, no. 1, pp. 61–68, 2019, doi: 10.4334/JKCI.2019.31.1.061.
- [10]. TCVN 2682:2009. *Xi măng pooc lăng – Yêu cầu kỹ thuật*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [11]. Wacker Chemie AG (2021). *Vinnapas 5010N (GER) - Dispersible Polymer Powders*.
- [12]. M. Valkov and G. Simha. Vermiculite: Structural Properties and Examples of the Use. *Clay Miner. Nat. - Their Charact. Modif. Appl.*, 2012, doi: 10.5772/51237.
- [13]. TCVN 3121-3:2003. *Xác định độ lưu động của vữa tươi (phương pháp bàn dẫn)*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [14]. TCVN 3121-6:2003. *Xác định khối lượng thể tích của vữa tươi*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.
- [15]. TCVN 3121-11:2003. *Xác định cường độ uốn và nén của vữa đã đóng rắn*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.