

Nghiên cứu ảnh hưởng hàm lượng mất khi nung trong tro bay và hàm lượng tro bay tới độ nở, cường độ của đá xi măng ngâm trong dung dịch sun phat, nước biển, nước thường

Effect of loss on ignition of fly ash and fly ash content on expansion, compressive strength of cement mortar exposed to sulfate solution, seawater, normal water

Ngày nhận bài: 22/7/2017

Ngày sửa bài: 26/8/2017

Ngày chấp nhận đăng: 08/9/2017

Lưu Thị Hồng

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng mất khi nung và hàm lượng tro bay thay thế xi măng đến độ nở và cường độ của xi măng ngâm trong dung dịch sulfate, nước biển và nước thường. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng:

Khi tăng hàm lượng tro bay thay thế xi măng thì:

- Độ nở thanh vữa ngâm trong dung dịch sulfate giảm, nhưng ngâm trong nước biển tăng. Độ nở thanh vữa ngâm trong môi trường nước biển thấp hơn 65% so với thanh vữa ngâm trong môi trường sulfate.

- Cường độ mẫu xi măng ngâm trong 03 môi trường (dung dịch sulfate, nước biển và nước thường) giảm ở tuổi 1 tháng, nhưng tăng cường độ ở 3 và 6 tháng. Cường độ mẫu xi măng ngâm trong nước biển thấp hơn so với mẫu xi măng không chứa tro bay (Mo) ở 3 và 6 tháng. Cường độ mẫu xi măng ngâm trong dung dịch sulfate cao hơn so với mẫu xi măng không chứa tro bay ở tuổi 3 tháng tuy nhiên ở tuổi 6 tháng cường độ giảm và thấp hơn so với mẫu xi măng Mo.

Khi hàm lượng mất khi nung tăng:

- Độ nở sulfate ở tuổi dài ngày có xu hướng tăng nhẹ

- Cường độ tại của các mẫu xi măng trong cả 03 môi trường có xu hướng giảm 1 tháng tuổi. Ở 3 và 6 tháng tuổi, các mẫu xi măng có chứa tro bay với hàm lượng MKN tới 18% có cường độ giảm so với mẫu xi măng có hàm lượng MKN ở 8,12 và 15%. Tuy nhiên, các mẫu xi măng có chứa tro bay ở tất cả các tỷ lệ 10,15,20% với hàm lượng MKN là 12,15% có cường độ cao hơn so với mẫu xi măng có chứa tro bay với MKN 8% và 18%, tác giả chưa có bằng chứng rõ ràng để giải thích hiện tượng này.

Từ khóa: Tro bay, hàm lượng mất khi nung (MKN), xi măng, độ nở sulfate, nước biển, nước thường (nước ngọt)

ABSTRACT

This report presents the results of the effect of loss on ignition content and fly ash content for cement replacement on expansion compressive strength of hardened cement mortar exposed to a sulfate solution, seawater and normal water. The results show that: When increasing fly ash content to replace cement:

Expansion of cement mortars exposed to sulfate solution decreased, however their expansion increased when exposing to seawater. Expansion of cement mortars exposed to seawater was 65% lower than that exposed to sulfate solution.

Compressive strength of cement samples exposed to 3 environments (sulfate solution, seawater and normal water) decreased for month, but their compressive strength increased for 3 and 6 months. Compressive strength of cement samples exposed to seawater was lower than the cement sample without fly ash (Mo) for 3 and 6 months.

Compressive strength of cement samples exposed to a sulfate solution were higher than the cement sample without fly ash (Mo) for 3 months. However, their compressive strengths were lower than a cement sample without fly ash for 6 months

When the content of loss on ignition increased in cement samples

Expansive cement mortars has a slight upward trend.

Compressive strength of cement samples exposed to 3 environments (sulfate solution, seawater and normal water) was tending to decrease. Cement samples containing fly ash with loss on ignition content of 18% had compressive strength decreasing compared with cement samples containing fly ash with a loss on ignition of 8.12 and 15% by volume for 3 and 6 months. However, cement samples contained fly ash in all proportions of 10,15,20% by volume with a loss on ignition content of 12,15% which had compressive strength higher than that of cement containing fly ash with a loss on ignition of 8%. The author did not have enough evidence to explain this phenomenon

Keyword: Fly ash, Loss on ignition (MKN), cement, expansion in sulfate, sea water, normal water

1. LỜI NÓI ĐẦU

Nước ta có đường bờ biển dài 3260km, không kể các đảo, nhu cầu sử dụng xi măng bên trong môi trường sulfate và môi trường nước biển rất lớn. Các nghiên cứu chỉ ra rằng, khi sử dụng tro bay thay thế một phần xi măng sẽ nhận được xi măng có khả năng bền trong môi trường sulfate và nước biển. Tuy nhiên, tro bay được sử dụng trong các nghiên cứu đã công bố đều có hàm lượng mất khi nung (MKN) <6% theo thành phần khối lượng. Tro bay tại Việt Nam có hàm lượng MKN dao động từ 8 -20% theo thành phần khối lượng, do đó nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng mất khi nung tới cường độ và độ bền của vữa xi măng trong môi trường nước biển và dung dịch sulfate sẽ góp phần trong việc lựa chọn và ứng dụng trực tiếp xi măng có hàm lượng mất khi nung cao trong các môi trường xâm thực.

2. VẬT LIỆU VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Các phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu được sử dụng là phương pháp tiêu chuẩn và phi tiêu chuẩn.

2.2.1. Phương pháp tiêu chuẩn

- TCVN 8262:2009 Tro bay - phương pháp phân tích hóa học
- TCVN 141:2008 Xi măng - phương pháp phân tích hóa học
- TCVN 6016:2011 Xi măng - phương pháp xác định cường độ nén
- TCVN 7713:2007 Xi măng - Xác định sự thay đổi chiều dài thanh vữa trong dung dịch sulfate
- TCVN 4030: 2003 Xi măng - phương pháp xác định độ mịn

2.2.2. Phương pháp phi tiêu chuẩn

- Xác định thành phần khoáng của vật liệu sử dụng trong nghiên cứu bằng phương pháp nhiễu xạ tia X. Phương pháp nhiễu xạ tia X được thực hiện trên máy D2 PHARSER – Hãng Brucker
- Xác định hình dạng của các hạt tro bay bằng sử dụng kính hiển vi điện tử quét (Scanning Electron Microscope - SEM). Máy S-4800 Hitachi.
- Xác định phân bố cỡ hạt tro bay trên máy Coulter particle size LA -960A, Honba Nhật.
- Cường độ của mẫu xi măng ở tuổi 3 và 6 tháng trong dung dịch sulfate và nước biển được thực hiện như sau: Mẫu xi măng được chế tạo theo TCVN6016:2011, sau khi bảo dưỡng 1 ngày được ngâm vào dung dịch sulfate và nước biển Vũng Tàu. Chu kỳ thay dung dịch được thực hiện theo quy trình của TCVN 7713:2011.

2.2. Vật liệu sử dụng trong nghiên cứu

2.2.1. Clanhke xi măng

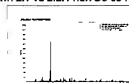
Clanhke xi măng được sử dụng trong nghiên cứu là clanhke xi măng Ficó. Xi măng được chế tạo bằng cách nghiền clanhke xi măng với 3,5% thạch cao để độ mịn 3100 cm²/g. Thành phần hóa học của clanhke xi măng được trình bày trong bảng 2.1.

Bảng 2.1. Thành phần hoá học của nguyên vật liệu sử dụng trong nghiên cứu

Tên mẫu	Thành phần hoá học (%)							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	H ₂ O	MKN
Tro bay Phả Lại	57,79	27,98	9,34	1,71	0,83	0,21	-	36,40
Tro bay Duyên Hải	55,65	23,48	7,70	5,12	0,82	0,56	-	8,07
Phức tạo	1,32	0,09	0,24	32,81	0,50	44,78	0,03	21,90
Clanhke xi măng	21,08	5,50	3,96	63,83	1,90	0,34	0,82	0,18

2.2.2. Tro bay Duyên Hải

Tro bay Duyên Hải có thành phần hóa học được thể hiện trong bảng 2.1 và có thành phần khoáng, hình dạng hạt tro (SEM) được thể hiện trong hình 2.1 và 2.2. Phân bố cỡ hạt tro bay được thể hiện trong hình 2.3

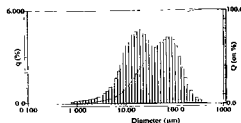


Hình 2.1. XRD của tro bay Duyên Hải với hàm lượng MKN 8,07%



Hình 2.2: Ảnh SEM của tro Duyên Hải

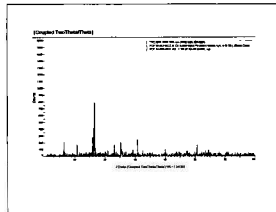
S.P Area: 3870 cm²/cm³
Median: 28 98 μm
Mean: 49 88 μm
Mode: 18.63 μm



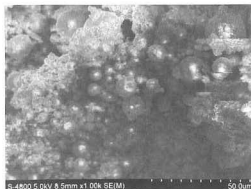
Hình 2.3. Cận đồ phân bố cỡ hạt tro bay Duyên Hải

2.2.3. Tro bay Phả Lại

Tro bay Phả Lại có thành phần hóa học được thể hiện trong bảng 2.1 và có thành phần khoáng, hình dạng hạt tro (SEM) được thể hiện trong hình 2.4 và 2.5. Phân bố cỡ hạt tro bay được thể hiện trong hình 2.6.

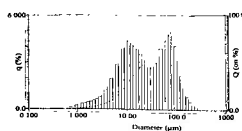


Hình 2.4 Phân tích XRD mẫu tro Phả Lại với hàm lượng MKN 36%



Hình 2.5. Ảnh SEM tro bay Phả Lại

S.P Area: 5392 cm²/cm³
Median: 22.60 μm
Mean: 40.02 μm
Mode: 72.16 μm



Bảng 2.2. Tỷ lệ thành phần cấp phối mẫu nghiên cứu

TT	Ký hiệu	OPC	MKN 8,07%	MKN 12%	MKN 15%	MKN 18%
0	Mo	100	-	-	-	-
1	FAB-1	90	10	-	-	-
2	FA12-1	90	-	10	-	-
3	FA15-1	90	-	-	10	-
4	FA18-1	90	-	-	-	10
5	FAB-2	85	15	-	-	-
6	FA12-2	85	-	15	-	-
7	FA15-2	85	-	-	15	-
8	FA18-2	85	-	-	-	15
9	FAB-3	80	20	-	-	-
10	FA12-3	80	-	20	-	-
11	FA15-3	80	-	-	20	-
12	FA18-3	80	-	-	-	20

* Ghi thích:

- Ký hiệu "-1, -2, -3" đồng sau chữ cái ký hiệu mẫu được thể hiện tỷ lệ 10; 15 và 20% tro bay được thay thế trong thành phần xi măng.

- Ký hiệu "8, 12, 15, 18" thể hiện mẫu có tro bay chứa hàm lượng mất khi nung trong thành phần tro bay là: 8, 12, 15, 18% theo khối lượng

Bảng 3.1. Độ nở của vữa xi măng ngâm trong dung dịch sulfate và nước biển

TT	Tên Mẫu	Độ nở trong dung dịch sulfate			Độ nở trong nước biển		
		1 tháng	3 tháng	6 tháng	1 tháng	3 tháng	6 tháng
1	Mo	0,037	0,534	Gãy			
2	FA 8-1	0,035	0,167	0,508	0,016	0,020	0,024
3	FAB-2	0,024	0,040	0,371	0,017	0,021	0,026
4	FAB-3	0,019	0,038	0,323	0,019	0,022	0,027
5	FA 12-1	0,029	0,112	0,494	0,015	0,020	0,021
6	FA12-2	0,021	0,053	0,117	0,017	0,020	0,026
7	FAB-1	0,019	0,043	0,065	0,021	0,028	0,036
8	FA 15-1	0,020	0,096	0,439	0,014	0,018	0,023
9	FA15-2	0,032	0,060	0,128	0,016	0,023	0,028
10	FA15-3	0,019	0,040	0,054	0,019	0,026	0,039
11	FAB-1	0,030	0,090	0,426	0,016	0,021	0,026
12	FA18-2	0,026	0,054	0,138	0,016	0,020	0,025
13	FAB-3	0,024	0,045	0,045	0,020	0,026	0,030

Thành phần khoáng của tro bay chủ yếu chứa pha vô định hình, ngoài ra còn xuất hiện một vài pha tinh thể dạng quartz và mulite. Phân bố cỡ hạt của tro bay chủ yếu từ 20 đến 40 mm. Tro bay Phá lại có cơ hạt mịn hơn so với tro bay Duyên Hải thể hiện ở độ mịn Blaine: tro bay Phá lại là: 5392 cm²/cm³; tro bay Duyên Hải là: 3870 cm²/cm³.

Hạt tro Phá lại có nhiều than bám trên bề mặt hạt nên khi chụp SEM hình dạng hạt tròn rất rõ nét và phân bố nhiều hạt mịn.

2.2.4. Thach cao Thái lan

Thạch cao tự nhiên của Thái Lan có thành phần hóa học thể hiện trong bảng 2.1.

2.2.5. Chế tạo mẫu xi măng sử dụng trong nghiên cứu

Mẫu tro bay Phá lại và tro bay Duyên Hải được phối trộn với nhau để thu được mẫu tro bay hỗn hợp có hàm lượng MKN là: 8,07%; 12%; 15%; 18%.

Tro bay hỗn hợp được sử dụng thay thế xi măng từ 0, 10, 15 và 20% ứng với từng loại tro bay có hàm lượng mất khi nung khác nhau.

Mẫu xi măng OPC được chế tạo với thành phần 96,5% clanhke xi măng + 3,5% thạch cao và được nghiên cứu độ mịn 3500 cm²/g.

Tỷ lệ và ký hiệu mẫu được thể hiện trong bảng 2.2.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng mất khi nung trong tro bay và hàm lượng tro bay thay thế xi măng tới độ nở vữa xi măng ngâm trong dung dịch sulfate và nước biển

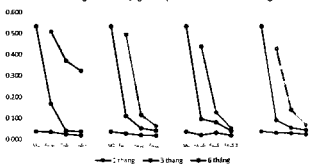
Độ nở của vữa xi măng ngâm trong dung dịch sulfate và nước biển được thể hiện trong bảng 3.1.

a) Ảnh hưởng của hàm lượng MKN và hàm lượng tro bay tới độ nở vữa xi măng ngâm trong dung dịch sulfate được thể hiện trong hình 3.1; 3.2

Kết quả nghiên cứu chi ra rằng:

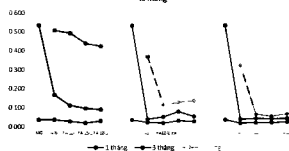
- Khi hàm lượng tro bay trong xi măng tăng, độ nở sulfate giảm đáng kể so với mẫu xi măng không có tro bay (Mo). Mẫu xi măng không

Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay ton độ nở sulfate của xi măng



Hình 3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay thay thế xi măng tới độ nở của vữa xi măng ngâm trong dung dịch sulfate

Ảnh hưởng của hàm lượng MKN trong tro bay ton độ nở sulfate của xi măng



Hình 3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng MKN trong tro bay ton độ nở của vữa xi măng ngâm trong dung dịch sulfate

chứa tro bay ở tuổi 6 tháng đã bị gãy do nở quá mức

+ Độ nở sulfate ở tuổi 1 tháng của mẫu Mo và mẫu chứa tro bay là tương đương nhau. Tuy nhiên ở 3 tháng nở độ đã có khác biệt rõ rệt, chênh lệch độ nở sulfate của mẫu chứa tro bay có độ nở lớn nhất so với mẫu M0 là 67,8% (Mẫu FA8-1).

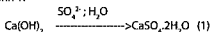
+ Các mẫu chứa tro bay tăng thì độ nở sulfate giảm, mẫu xi măng chứa 20% tro bay có độ nở sulfate ở tuổi 6 tháng nhỏ hơn 0.1% (theo tiêu chuẩn TCVN 7712:2015 đạt mức xi măng hỗn hợp bền sulfate trung bình).

- Khi hàm lượng mất khí nung tăng độ nở sulfate ở tuổi dài ngày có xu hướng tăng nhẹ, tuy nhiên ở tất cả các mẫu chứa 30% tro bay với hàm lượng MKN từ 8% đến 18% đều thỏa mãn mức xi măng bền sulfate trung bình.

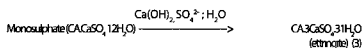
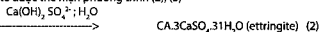
- Mẫu xi măng chứa hàm lượng tro bay 10% có độ nở sulfate rất lớn so với mẫu xi măng chứa 15 và 20% tro bay trong thành phần.

Độ nở sulfate được giải thích do ion SO_4^{2-} thẩm nhập vào trong vữa xi măng phản ứng với sản phẩm hydrat hóa của xi măng tạo thành ettringite gây trương nở thể tích của đá xi măng theo các phương trình sau:

* Tạo thành dạng thạch cao: Canxi hydroxit của xi măng thủy hóa sẽ phản ứng với ion SO_4^{2-} trong dung dịch sulfate tạo thành dạng thạch cao thể hiện phương trình 1.



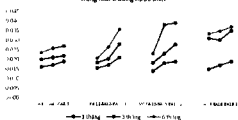
* Tạo thành dạng ettringite: Thạch cao được hình thành từ phản ứng (1) tác dụng với canxi aluminat hoặc monosulfate tạo thành ettringite được thể hiện phương trình (2), (3)



* Ettringite có thể tích tăng gấp 4,7 lần so với kích thước khoáng ban đầu do đó nếu hàm lượng ettringite hình thành trong đá xi măng quá nhiều sẽ gây ra nở quá mức và nứt vỡ sản phẩm.

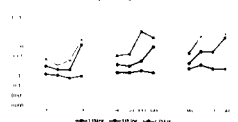
b). Ảnh hưởng của hàm lượng MKN và hàm lượng tro bay tới độ nở vữa xi măng trong môi trường nước biển được thể hiện trong hình 3.3; 3.4

Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay tới độ nở của đá xi măng trong môi trường nước biển



Hình 3.3. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay thay thế xi măng tới độ nở của vữa xi măng trong môi trường nước biển

Ảnh hưởng của hàm lượng MKN trong tro bay tới độ nở của xi măng trong môi trường nước biển



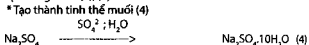
Hình 3.4. Ảnh hưởng của hàm lượng MKN trong tro bay tới độ nở của vữa xi măng trong môi trường nước biển

Kết quả nghiên cứu cho ta thấy, khi hàm lượng tro bay tăng thì độ nở của vữa xi măng trong môi trường nước biển tăng, mức tăng lớn nhất đạt tới 44% (mẫu có hàm lượng MKN là 15% so với mẫu có hàm lượng MKN8%), mức tăng 77% so với mẫu tro bay từ 10 % đến 20% của mẫu 12% MKN ở tuổi 6 tháng.

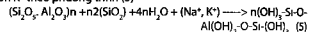
Nguyên nhân của hiện tượng tăng độ nở trong môi trường nước biển khi tăng hàm lượng tro bay có thể được giải thích như sau:

Trong nước biển tồn tại ion SO_4^{2-} và ion Cl^- . Ion SO_4^{2-} sẽ phản ứng với sản phẩm của xi măng theo phương trình (1),(2),(3) tạo ettringite gây nở thể tích của vữa xi măng, tuy nhiên khi tăng hàm lượng tro bay thì hàm lượng khoáng C_3A trong xi măng giảm nên độ nở sulfate giảm khi tăng hàm lượng tro bay.

Độ nở của vữa trong nước biển tăng do các ion Cl^- và ion Na^+ , ion K^+ theo phương trình (4), (5):

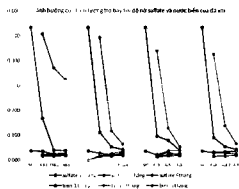


* Tạo thành các liên kết polymer của các thành phần tro bay với ion Na^+ , ion K^+ theo phương trình (5)

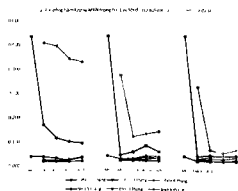


Sự tạo thành các tinh thể muối và các khoáng có thể tích tăng thấp. Do đó độ nở của thành mẫu ngâm trong nước biển tăng, nhưng mức tăng rất nhỏ.

c). Ảnh hưởng của hàm lượng MKN và hàm lượng tro bay tới độ nở vữa xi măng trong dung dịch sulfate và nước biển được thể hiện trong hình 3.5; 3.6.



Hình 3.5. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay thay thế xi măng tới độ nở của vữa xi măng trong dung dịch sulfate và nước biển



Hình 3.6. Ảnh hưởng của hàm lượng MKN trong tro bay tới độ nở của vữa xi măng trong dung dịch sulfate và nước biển

Bảng 3.2. Cường độ của vữa xi măng trong môi trường nước thường, dung dịch sulfate và nước biển

TT	Tên mẫu	Nước Thường			Nước Biển			Dung dịch sulfate		
		MĐ	FA 8-1	FA 12-1	MĐ	FA 8-1	FA 12-1	MĐ	FA 8-1	FA 12-1
1	MĐ	56.9	62.5	65.8	57.2	60.1	58.1	57.0	63.6	48.5
2	FA 8-1	54.1	66.4	69.5	54.3	59.9	60.7	55.9	69.1	71.4
3	FAB-2	54.6	67.7	70.6	55.7	64.3	65.6	58.2	71.2	72.4
4	FAB-3	54.9	64.3	69.5	54.6	61.9	61.3	54.3	66.3	70.1
5	FA 12-1	57.2	68.0	71.5	57.6	62.7	64.7	57.3	68.0	69.0
6	FA12-2	54.6	66.5	68.9	54.8	61.4	65.0	55.5	68.2	67.7
7	FA12-3	54.2	64.0	68.0	54.7	62.0	61.7	54.5	67.4	67.1
8	FA 15-1	57.6	65.0	69.9	57.6	61.7	63.6	60.2	68.9	67.8
9	FA15-2	56.3	67.1	68.9	57.5	64.9	66.1	58.7	68.1	69.8
10	FA15-3	53.4	66.9	70.7	53.5	61.1	62.2	54.9	65.3	68.8
11	FA 18-1	58.0	61.9	65.7	55.2	58.0	58.4	56.2	60.9	63.0
12	FA18-2	56.5	66.0	69.5	54.4	63.5	63.9	57.9	67.8	65.9
13	FA18-3	53.9	64.1	66.5	53.8	63.9	60.2	53.1	62.8	65.3

Kết quả nghiên cứu cho ta thấy, mặc dù trong môi trường nước biển độ nở tăng, tuy nhiên vẫn thấp hơn rất nhiều so với mẫu được ngâm trong môi trường sulfate.

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay tới cường độ của đá xi măng trong môi trường nước thường, dung dịch sulfate và nước biển

Cường độ của vữa xi măng trong môi trường nước thường, dung dịch sulfate và nước biển được thể hiện trong bảng 3.2.

a). Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay tới cường độ của xi măng trong môi trường nước thường, dung dịch sulfate và nước biển được thể hiện trong hình 3.7; 3.8; 3.9

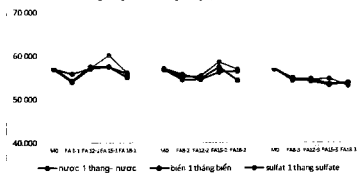
- Cường độ của các mẫu trong 03 môi trường là tương đương nhau và chưa có hiện tượng suy giảm cường độ ở 1 tháng tuổi. Khi hàm lượng tro bay tăng thì cường độ đá xi măng giảm, kết quả này giống nhau trong cả 03 môi trường ngâm mẫu.

- Khi hàm lượng tro bay tăng thì cường độ đá xi măng tăng trong cả 03 môi trường ở tuổi 3 tháng. Cường độ của đá xi măng trong môi trường nước biển thấp hơn so với mẫu được bảo dưỡng trong môi trường nước thường, nhưng giá trị cường độ thấp sai lệch chiếm tới đa 5%, tức là giá trị cường độ giảm không nhiều so với mẫu ngâm trong môi trường nước. Cường độ đá xi măng trong dung dịch sulfate cao hơn so với mẫu xi măng ngâm trong nước thường. Nguyên nhân của việc giảm nhẹ cường độ đá xi măng trong nước biển là do có ion Na^+ ảnh hưởng tới một phần quá trình giải phóng $Ca(OH)_2$ của đá xi măng trong quá trình hydrat hóa nên cường độ đá xi măng giảm. Nguyên nhân của hiện tượng tăng cường độ của đá xi măng trong dung dịch sulfate được giải thích như sau: Khi các phân tử ion SO_4^{2-} tấn công vào trong đá xi măng hình thành các ettringite theo phương trình phản ứng (1,2,3), ở lượng vừa đủ tạo thành các nệm tạo đặc chắc cấu trúc đá xi măng dẫn đến đá xi măng tăng cường độ ở tuổi 3 tháng so với mẫu ngâm trong nước thường.

- Khi hàm lượng tro bay tăng thì cường độ đá xi măng tăng trong cả 03 môi trường ở tuổi 3 tháng. Cường độ đá xi măng trong môi trường sulfate giảm và thấp hơn so với mẫu ngâm trong nước thường. Nguyên nhân của hiện tượng này là do sự hình thành ettringite quá mức trong đá xi măng đã gây nên ứng suất và giảm cường độ của đá xi măng. Đối với mẫu đá xi măng ngâm trong nước biển vẫn thể hiện quy luật cường độ thấp hơn so với mẫu ngâm trong nước thường.

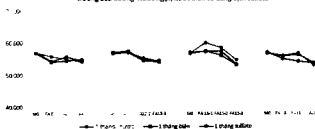
b). Ảnh hưởng của hàm lượng MKN trong tro bay tới cường độ của xi măng trong môi trường nước thường, dung dịch sulfate và nước biển được thể hiện trong hình 3.10; 3.11; 3.12

Ảnh hưởng của hàm lượng MKN trong tro bay tới cường độ ở 1 tháng đá xi măng trong nước thường, dung dịch sulfate và nước biển



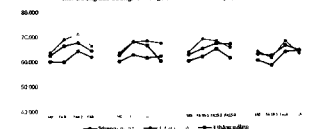
Hình 3.10. Ảnh hưởng của hàm lượng MKN trong tro bay tới cường độ của đá xi măng trong môi trường nước thường, dung dịch sulfate và nước biển ở tuổi 1 tháng

Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay tới cường độ mẫu vữa ở tuổi 1 tháng trong môi trường bảo dưỡng: Nước ngọt, nước biển và dung dịch sulfate



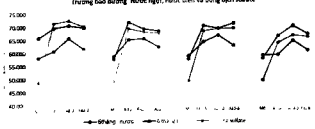
Hình 3.7. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay tới cường độ của đá xi măng trong môi trường nước thường, dung dịch sulfate và nước biển ở tuổi 1 tháng

Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay tới cường độ mẫu vữa ở tuổi 3 tháng trong môi trường bảo dưỡng: Nước ngọt, nước biển và dung dịch sulfate

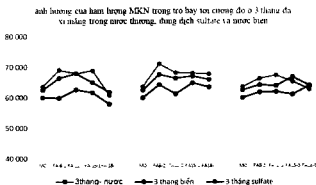


Hình 3.8. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay tới cường độ của đá xi măng trong môi trường nước thường, dung dịch sulfate và nước biển ở tuổi 3 tháng

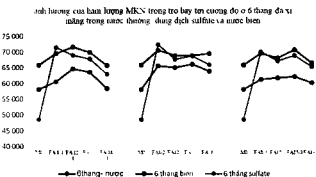
Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay tới cường độ mẫu vữa ở tuổi 6 tháng trong môi trường bảo dưỡng: Nước ngọt, nước biển và dung dịch sulfate



Hình 3.9. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay tới cường độ của đá xi măng trong môi trường nước thường, dung dịch sulfate và nước biển ở tuổi 6 tháng



Hình 3.11. Ảnh hưởng của hàm lượng MKN trong tro bay tới cường độ của đá xi măng trong môi trường nước thường, dung dịch sulfate và nước biển ở tuổi 3 tháng



Hình 3.12. Ảnh hưởng của hàm lượng MKN trong tro bay tới cường độ của đá xi măng trong môi trường nước thường, dung dịch sulfate và nước biển ở tuổi 6 tháng

Các mẫu xi măng trong cả 03 môi trường có xu hướng giảm cường độ khi hàm lượng MKN trong tro bay tăng, điều này giải thích bởi hàm lượng MKN trong tro bay là chất độn trơ không có vai trò cải thiện cường độ của đá xi măng ở tuổi 3 tháng.

Các mẫu xi măng có chứa tro bay với hàm lượng MKN tới 18% có cường độ bắt đầu suy giảm so với mẫu xi măng có hàm lượng MKN ở 8,12 và 15% ở tuổi 3 tháng. Do hàm lượng MKN sẽ không có vai trò tăng cường độ lâu dài trong đá xi măng, dẫn đến đá xi măng giảm cường độ. Tuy nhiên, các mẫu xi măng có chứa tro bay ở tất cả các tỷ lệ 10,15,20% với hàm lượng MKN là 12,15% có cường độ cao hơn so với mẫu xi măng có chứa tro bay với MKN 8%. Hiện tượng này tác giả chưa có đầy đủ các minh chứng để lý giải, cần nghiên cứu chi tiết.

4. Kết luận

*Ảnh hưởng của hàm lượng mất khí nung trong tro bay và hàm lượng tro bay tới độ nở của thanh vữa ngâm trong dung dịch sulfate, nước biển và nước thường:

1) Khi hàm lượng tro bay trong xi măng tăng, độ nở sulfate giảm đáng kể so với mẫu xi măng không có tro bay (M0). Mẫu xi măng không chứa tro bay ở tuổi 6 tháng đã bị gãy do nở quá mức.

Độ nở sulfate của mẫu M0 và mẫu chứa tro bay có giá trị tương đương nhau ở tuổi 1 tháng. Tuy nhiên ở 3 tháng nở do đá có khác biệt rõ rệt, chênh lệch độ nở sulfate của mẫu chứa tro bay có độ nở lớn nhất so với mẫu M0 là 67,8% (Mẫu FA8-1).

Các mẫu chứa tro bay tăng thì độ nở sulfate giảm, mẫu xi măng chứa 20% tro bay có độ nở sulfate ở tuổi 6 tháng nhỏ hơn 0,1% (theo tiêu chuẩn TCVN 7712:2015 đạt mức xi măng hỗn hợp bền sulfate trung bình)

2) Khi hàm lượng tro bay tăng thì độ nở của vữa xi măng trong môi trường nước biển tăng, mức tăng lớn nhất đạt tới 44% (mẫu có hàm lượng MKN là 15% so với mẫu có hàm lượng MKN8%), mức tăng

77% so với mẫu tro bay từ 10% đến 20% của mẫu chứa tro bay với 12% MKN ở tuổi 6 tháng. Mặc dù trong môi trường nước biển độ nở tăng, tuy nhiên vẫn thấp hơn rất nhiều so với mẫu được ngâm trong môi trường sulfate.

3) Khi hàm lượng mất khí nung tăng độ nở sulfate ở tuổi dài ngày có xu hướng tăng nhẹ, tuy nhiên ở tất cả các mẫu chứa 30% tro bay với hàm lượng MKN từ 8% đến 18% đều thỏa mãn mức xi măng bền sulfate trung bình. Mẫu xi măng chứa hàm lượng tro bay 10% có độ nở sulfate lớn hơn 60% so với mẫu xi măng chứa 15 và 20% tro bay trong thành phần.

*Ảnh hưởng của hàm lượng mất khí nung trong tro bay và hàm lượng tro bay tới cường độ đá xi măng ngâm trong dung dịch sulfate, nước biển và nước thường:

4) Hàm lượng tro bay tăng:

- Ở 1 tháng tuổi, thì cường độ đá xi măng giảm, kết quả này tương tự cho cả 03 môi trường bảo dưỡng mẫu (nước thường, dung dịch sulfate và nước biển).

- Ở tuổi 3 tháng, cường độ đá xi măng tăng trong cả 03 môi trường. Cường độ của đá xi măng trong môi trường nước biển thấp hơn so với mẫu được bảo dưỡng trong môi trường nước thường, nhưng giá trị cường độ thấp sai lệch chiếm tới 4% 5%, tức là giá trị cường độ giảm không nhiều so với mẫu ngâm trong môi trường nước. Cường độ đá xi măng trong dung dịch sulfate cao hơn so với mẫu xi măng ngâm trong nước thường.

- Ở tuổi 6 tháng, cường độ đá xi măng tăng trong cả 03 môi trường. Cường độ đá xi măng trong môi trường sulfate giảm và thấp hơn so với mẫu ngâm trong nước thường.

5) Hàm lượng MKN trong tro bay tăng:

- Ở 1 tháng tuổi, các mẫu xi măng trong cả 03 môi trường có xu hướng giảm cường độ.

- Ở 3 và 6 tháng tuổi, các mẫu xi măng có chứa tro bay với hàm lượng MKN tới 18% có cường độ bắt đầu suy giảm so với mẫu xi măng có hàm lượng MKN ở 8,12 và 15%. Tuy nhiên, các mẫu xi măng có chứa tro bay ở tất cả các tỷ lệ 10,15,20% với hàm lượng MKN là 12,15% có cường độ cao hơn so với mẫu xi măng có chứa tro bay với MKN 8%. Hiện tượng này tác giả chưa có đầy đủ các minh chứng để lý giải, cần nghiên cứu thêm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- TCVN 8262:2009 Tro bay - phương pháp phân tích hóa học
- TCVN 141:2008 Xi măng - phương pháp phân tích hóa học
- TCVN 6016:2011 Xi măng - phương pháp xác định cường độ nén
- TCVN 7713:2011 Xi măng - Xác định sự thay đổi chiều dài thanh vữa trong dung dịch sulfate
- K Wesche, Fly ash in Concrete properties and performance, Riley, Taylor & Francis, London and Newyork.
- Edited by Joseph Davidovits. Geopolymer, green chemistry and sustainable developments solutions.
- Hugh Wang; Cement, concrete and aggregates, Vol 4, No2 - The autoclave soundness test mischaracterizes cement - fly ash blends by introducing alkali quartz reaction.