การศึกษาผลกระทบของชนิดวัสดุปอซโซลานต่อความทนทานในการกัดกร่อนของสารละลายกรดซัลฟูริก
Study on the effect of pozzolanic materials on Sulfuric acid solution attack

สุรเชษฐ์ วรรณา[1,*] เอื้อบุญ ที่พึ่ง[2] จิรา ธรรมนิยม[3]

[1,2,3] สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก
**Corresponding author; E-mail address: W.surachet24@psru.ac.th*

บทคัดย่อ

2

50x50x50 0.30

0.50

: , ,

Abstract

This research aimed to determine the corrosion resistance performance in sulfuric acid solutions of cement paste containing modified pozzolan and natural pozzolan materials. The natural pozzolanic material used in the research was ground for two hours to a finer size prior to experimentation. The cement paste and mortar used as a representative in the study was cast into specimens cubes measuring 50x50x50 mm and water to binder ratio was 0.30 for cement paste and 0.50 for mortar. The results found that the type and type of pozzolanic material affects the corrosion resistance of sulfuric acid solution attack. Natural pozzolan materials showed the best performance of resistance to sulfuric acid solutions, followed by modified pozzolan materials with low CaO/SiO_2, and modified pozzolan materials with high CaO/SiO_2 showing the least resistant to sulfuric acid solutions attack. In this study, it was found that the CaO/SiO_2 ratio had a significant effect on the corrosion resistance of sulfuric acid solutions.

Keywords: Natural Pozzolan, Modified Pozzolan, Resistance to sulfuric acid solutions

1. คำนำ

28

[1-5]

2

natural pozzolan)

artificial pozzolan)

diatomaceous earth)

66 – 68 %

[6]

2

CaO

CaO BLCP)

[7-9]

(Underground)

(Underground)

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัสดุ

(1) 1

1 15 ASTM C150

(2)

2 3 6

(3)

10) 2135-2545

BLCP

(4)

10) 2135-2545

(5)

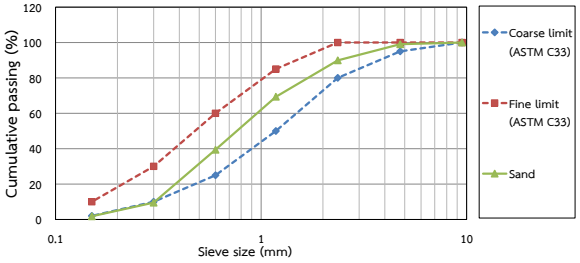
2.54 ASTM C 128

1.93 ASTM C33

1

(6)

(7) %



รูปที่ 1

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การเตรียมตัวอย่าง

(1)

x x50 ASTM C 109

w/b) 0.30 w/b

0.50

(2)

1 15 30

(3)

28

3.2 การเตรียมตัวอย่างสารละลายกรดซัลฟูริก

(1) 7%

pH

pH

pH Mettler, pH

3.3 วิธีการทดสอบ

3.3.1 การวัดค่าการกัดกร่อนของสารละลายกรดซัลฟูริก (Acid corrosion test)

pH 1

3
)

= $[(w_t-w_i)]/w_i \times 100$ % (1)

w_t = ( )

w_i = ( )

3.3.2 การรับกำลังอัด (Compressive strength)

ASTM C109

3

3.4 ส่วนผสมที่ใช้ในการทดลอง

18

1

ตารางที่ 1

		(w/b)		1 (C)	(FAM)	BLCP (FAR)	3 (RHA-3)	6 (RHA-6)
1	C100	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	C85FAM15	0.30	0.00	0.85	0.15	0.00	0.00	0.00
3	C70FAM30	0.30	0.00	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00
4	C85FAR15	0.30	0.00	0.85	0.00	0.15	0.00	0.00
5	C70FAR30	0.30	0.00	0.70	0.00	0.30	0.00	0.00
6	C85RHA-3-15	0.30	0.00	0.85	0.00	0.00	0.15	0.00
7	C70RHA-3-30	0.30	0.00	0.70	0.00	0.00	0.30	0.00
8	C85RHA-6-15	0.30	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.15
9	C70RHA-6-30	0.30	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.30
10	M100	0.50	2.75	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	M85FAM15	0.50	2.75	0.85	0.15	0.00	0.00	0.00
12	M70FAM30	0.50	2.75	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00
13	M85FAR15	0.50	2.75	0.85	0.00	0.15	0.00	0.00
14	M70FAR30	0.50	2.75	0.70	0.00	0.30	0.00	0.00
15	M85RHA-3-15	0.50	2.75	0.85	0.00	0.00	0.15	0.00
16	M70RHA-3-30	0.50	2.75	0.70	0.00	0.00	0.30	0.00
17	M85RHA-6-15	0.50	2.75	0.85	0.00	0.00	0.00	0.15
18	M70RHA-6-30	0.50	2.75	0.70	0.00	0.00	0.00	0.30

4. การทดลองและการอภิปรายผล

4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1

2 X-ray Fluorescence (XRF) 2

BLCP

SiO_2 40.93 61.91

Al_2O_3 22.42 20.35 Fe_2O_3

13.64 5.20 CaO

13.63

BLCP 2.32

2 Class F

SiO_2 Al_2O_3, Fe_2O_3 70

2135-2545

BLCP

CaO 10)

CaO

10) SiO_2 91.6 ,Al_2O_3

Fe_2O_3 0.40, 0.60 CaO

0.80 Class N

ASTM

C618 SiO_2 Al_2O_3, Fe_2O_3

70 SO_3 2.2 4 LOI

3.4 10

ตารางที่ 2

	1 (C)	FAM)	BLCP (FAR)	(RHA)
SiO_2	19.7	40.93	61.91	91.6
Al_2O_3	5.19	22.42	20.35	0.4
Fe_2O_3	3.34	13.64	5.20	0.6
CaO	64.8	13.63	2.32	0.8
MgO	1.2	2.93	1.35	0.2
Na_2O	0.16	0.89	0.79	-
K_2O	0.44	2.39	1.36	3.0
SO_3	2.54	1.93	0.28	2.2
Free lime	0.87	0.22	0.19	-

LOI	2.1	0.46	5.68	2.2
Specific gravity	3.15	40.93	61.91	2.13

4.2 ค่ากำลังอัดประลัย (Compressive Strength)

28 90 2 3
2 28
M100 22.16 MPa
28
20.20 MPa 17.60 MPa
15 30
BLCP 28 3
19.20 MPa 14.80 MPa
15 30
28

6
28 3 2
M85RHA-6-15 14.80
MPa M70RHA-6-30 12.80 MPa
3
M85RHA-3-15
13.80 MPa 12.42 MPa

รูปที่ 2 28

3
90 M70FAM30
34.24 MPa
6 3
M70RHA-6-30 31.64 MPa M85RHA-
6-15 30.08 MPa M70RHA-3-30
29.14 MPa M85RHA-3-30
26.08 MPa
M100 (M100 27.96 MPa

BLCP
30; M70FAR30
28.44 MPa 15; M85FAR15
19.20 MPa

รูปที่ 3 90

28 CaO
CaO
$CaOH_2$
28 [10]
$CaOH_2$
Dilution Effect”
90
Pozzolanic Reaction)

CaOH
SiO_2 Al_2O_3
C-SH)
C-A-H) 3
Ca(OH) SiO H O ⟶ xCaO·ySiO ·zH O (
Ca(OH) Al O H O ⟶xCaO·yAl O ·zH O (3

6

88

30

6 (C70RHA-6-30)

34.90 30

3 (C70RHA-3-30) 47.69

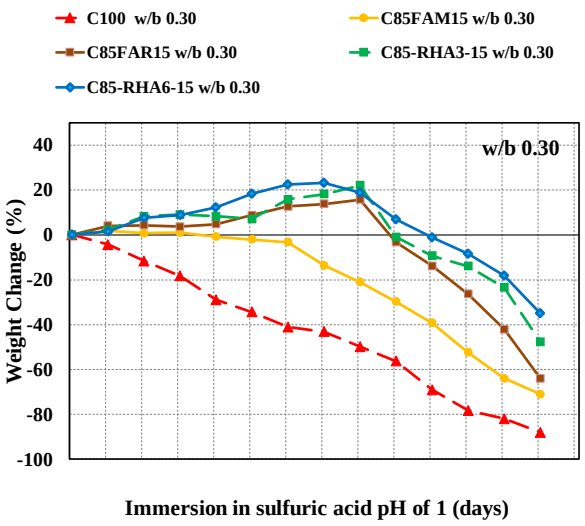
15 6

3 C85RHA-6-15

52 C85RHA-3-15

56.44 2

BLCP



รูปที่ 6

30

3

6

BLCP

SiO_2 CaO

CaO $CaOH_2$

CaO $CaOH_2$

[14] SiO_2

C-S-H

(2) (3)

2

BLCP SiO_2 CaO

CaO/SiO_2 CaO/SiO_2

C-S-H

CaO/SiO_2

[15,16]

CaO/SiO_2

(7)

$$\frac{CaO}{SiO_2} = \frac{(CaO_c \times W_c) + (CaO \times W)}{(SiO_{2c} \times W_c) + (SiO_2 \times W)} \quad (7)$$

CaOc = CaO

CaO = CaO

SiO_{2C}= SiO_2

SiO_2 = SiO_2

W_c=

W =

CaO/SiO_2

(7) C CaO/SiO_2

3.29

C85FAM15 2.50, C85FAR15

2.13, C70FAM30 1.90, C70FAR30 1.42

CaO/SiO_2 C85RHA15

1.81, C70RHA30 1.66

ตารางที่ 3 CaO/SiO_2

		CaO/SiO_2
1	C100	3.29
2	C85FAM15	2.50
3	C70FAM30	1.90
4	C85FAR15	2.13
5	C70FAR30	1.42
6	C85RHA-3-15	1.81
7	C70RHA-3-30	1.66
8	C85RHA-6-15	1.81
9	C70RHA-6-30	1.66

5. บทสรุป

1.

$CaOH_2$

C-S-H

2. C-S-H

3.

4.

CaO

CaO

$CaOH_2$

เอกสารอ้างอิง

[1] Elyamany, H. E., Elmoaty, A. E. M. A., & Mohamed, B. (2014). Effect of filler types on physical, mechanical and microstructure of self-compacting concrete and Flow-able concrete. *Alexandria Engineering Journal*, *53*(2), 295-307. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1016/j.aej.2014.03.010

[2] Kaewmanee, K., & Tangtermsirikul, S. (2014). Properties of binder systems containing cement, fly ash and limestone powder. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, *36*(5), 569-576.

[3] Khunthongkeaw, J., Tangtermsirikul, S., & Leelawat, T. (2004) A study on carbonation depth prediction for fly ash concrete. *Construction and building materials*, *20* (9), 744-753.

[4] Lei W., Fanxing G., Huamei Y., Yan W., & Shengwen T. (2020). Comparison of fly ash, PVA fiber, MgO and shrinkage-reducing admixture on the frost resistance of face slab concrete via pore structural and fractal analysis. *Fractals,* *29*(02), https://doi: 10.1142/S0218348X21400028

[5] , , 46 *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 1*, , - 2546, 39-42

[6] (2565). Pozzolan). http://www.dss.go.th/images/st-article/pep_ _ _pozzalan.pdf

[7] Aydın, S., Yazıcı, H., Yiğiter, H., & Baradan, B. (2007). Sulfuric acid resistance of high-volume fly ash concrete. *Building and Environment*, *42*(2), 717-721.

[8] Bassuoni, M. T., & Nehdi, M. L. (2007). Resistance of self-consolidating concrete to sulfuric acid attack with consecutive pH reduction. *Cement and Concrete Research*, *37*(7), 1070-1084.

[9] Makhloufi, Z., Bederina, M., Bouhicha, M., & Kadri, E. H. (2014). Effect of mineral admixtures on resistance to sulfuric acid solution of mortars with quaternary binders. *Physics Procedia, 55*, 329-335. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.phpro.2014.07.048

[10] , Concrete technology

[11] 2562) *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 24*, , 10-12 2562.

[12] Wanna, S., Saengsoy, W., Toochinda, P., & Tangtermsirikul, S. (2020). Effects of Sand Powder on Sulfuric Acid Resistance, Compressive Strength, Cost Benefits, and CO2 Reduction of High CaO Fly Ash Concrete. Advances in Materials Science and Engineering, 2020.

[13] Wanna, S., Toochinda, P., Saengsoy, W., & Tangtermsirikul, S. (2021). Deterioration in Sulfuric Acid of Cement Pastes incorporating High CaO and Low CaO Fly Ashes. Engineering Journal, 25(2), 71-83.

[14] Khunthongkeaw, J.; Tangtermsirikul, S.; Leelawat, T.: A study on carbonation depth prediction for fly ash concrete. Construction and building materials. 20 [9], 744-753 (2004).

[15] Bassuoni, M. T., & Nehdi, M. L. (2007). Resistance of self-consolidating concrete to sulfuric acid attack with consecutive pH reduction. Cement and Concrete Research, 37(7), 1070-1084.https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2007.04.014

[16] Wanna, S., Saengsoy, W., Toochinda, P., & Tangtermsirikul, S. (2021). Sulfuric Acid Resistance of Cement Pastes Containing Fly Ash and Limestone Powder. In EASEC16 (pp. 2001-2011). Springer, Singapore.