

シラスを用いた供試体の耐硫酸性に関する基礎的研究

九州大学 学生会員 ○江山 龍牙 九州大学大学院 フェロー会員 濱田 秀則

九州大学大学院 正会員 佐川 康貴 九州大学大学院 正会員 福永 隆之

九州大学大学院 学生会員 松本 裕貴

1. はじめに

九州南部には火山噴出物であるシラスが大量に堆積している。シラスは微粒分を多く含み、その大部分を占める非晶質がポゾランとして働くことが明らかとなっている。そのため建設材料として活用されているが、使用用途は少なく、さらなる活用方法が望まれている。

現在、温泉や下水道などの環境で酸性腐食による構造物の劣化が問題視されている。既往の研究より、ポゾラン材料を混和することにより、耐酸性が向上することが分かっている¹⁾。そこで、ポゾラン材料であるシラスを混和することにより、酸性環境に強いコンクリートの開発が試みられているが、まだ研究事例が少なく実用化には進んでいない。そのため本研究では、シラスを混和材として利用した供試体を硫酸に浸漬することで、酸性環境におけるシラス混和の効果を検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および試験配合

使用材料を表-1に、配合を表-2に示す。供試体はモルタル供試体を使用して検討を行った。セメントには普通ポルトランドセメント(OPC)と早強ポルトランドセメント(HPC)を、混和材として吉田シラス(SH)を、細骨材には海砂(S)を用いた。吉田シラスは、約95%がガラス等の非晶質で構成されており、ポゾラン反応性が高いと報告されている²⁾。

結合材は、各種セメントの10mass%、20mass%をシラスにより内割で混和した。すべての配合において水結合材比W/B=0.5、砂結合材比をS/B=3.0とした。供試体はφ50×100mmの円柱供試体とし、打設後24時間後に脱型し、材齢28日まで水中養生(20℃)を行った。

2.2 測定項目および測定方法

供試体の上下面をエポキシ樹脂で被覆し、硫酸溶液の浸透を側面からに限定したのち、質量パーセント濃度5%の硫酸溶液に浸漬し、20℃の環境で静置した。浸漬期間は、4週間とし、2週ごとに硫酸を全量交換した。その際供試体は、日本下水道事業団の試験方法³⁾に準拠して流水洗浄後、質量、侵食深さおよび中性化深さの測定を行った。なお、質量、侵食深さおよび中性化深さは、各配合3つの供試体から測定し、その平均をとった。

表-1 使用材料

材料名	記号	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)
普通ポルトランドセメント	OPC	3.16	3360
早強ポルトランドセメント	HPC	3.14	4490
吉田シラス	SH	2.37	
海砂	S	2.54	
水道水	W	1	

表-2 モルタル供試体の配合

配合名	単位量 (kg/m ³)				
	W	B			S
		OPC	HPC	SH	
N	253	506	0	0	1519
NS10	252	453	0	50	1511
NS20	251	401	0	100	1503
H	253	0	506	0	1518
HS10	252	0	453	50	1510
HS20	250	0	401	100	1502

3. 試験結果および考察

図-1に測定した質量から算出した質量減少率の結果を示す。シラスの混和量が増えるほど質量減少率が小さくなったことが分かる。これは、シラスを混和したことで結合材中のセメント量が減り、供試体中

の水酸化カルシウム生成量が減少したため耐硫酸性が向上したと考えられる。また、シラス混和率が同量で OPC と HPC を用いた供試体を比較すると、浸漬初期に関しては HPC を用いた配合の質量減少率が小さくなった。これは、OPC を用いた供試体より初期段階においては構造が緻密になり、硫酸が浸透しづらかったため考えられる。しかし、56 日浸漬後には OPC を用いた配合の質量減少率がわずかに小さくなった。28 日浸漬後の質量減少率について、最も抑えられた N20 でも 13.1% と基準値である 10% を満たすことが出来なかった。この基準はコンクリート供試体を対象としているが、本研究ではモルタル供試体を用いて実施した。モルタルは単位体積当たりのセメント量が、コンクリートよりも多い。そのため、劣化が進行し基準を満たすことが出来なかったと考えられる。また、本実験の浸漬開始時期が材齢 28 日と、ポズラン反応が顕著に表れる前に浸漬試験を開始したため、このような結果が出たと考えられる。

図-2 に侵食深さ、図-3 に中性化深さの結果をそれぞれ示す。浸漬初期段階においては、各配合ともほとんど差が認められなかったが、浸漬期間が増えるにつれ徐々に差が生じ、56 日浸漬後には侵食・中性化深さも質量減少率と同様にシラス混和量が増えるほど、侵食・中性化深さが小さくなった。また、同様に 56 日浸漬後には OPC を用いた供試体が、侵食深さ・中性化深さともに小さくなった。しかし、28 日時点で最も中性化深さを抑えられた N20 でも 3.16mm であり、こちらも基準値を満たさなかった。これは、前述したことが要因と考えられる。

4. まとめ

本研究では、シラスの混和率を変えた供試体を硫酸に浸漬することによって、シラス混和の効果を検討した。試験結果より、シラスを混和することにより、耐硫酸性は向上し、混和量が増加することにより、耐硫酸性も増加した。しかし、本研究では基準を満たすことができなかった。その要因としてモルタル供試体を用いたことや、シラスのポズラン反応が顕著になる前に浸漬試験を開始したことが挙げられる。そのため、今後、コンクリート供試体での検討や、浸漬開始時期の検討が必要になる。

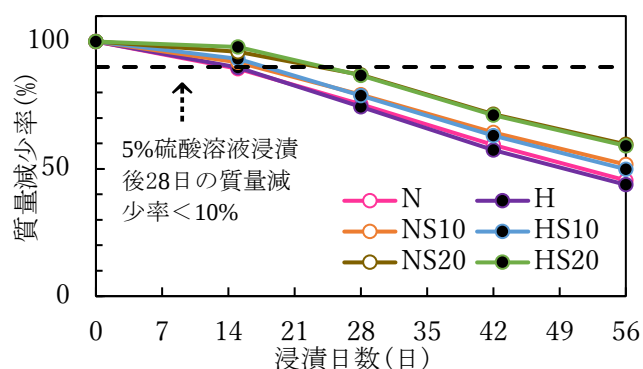


図-1 質量減少率

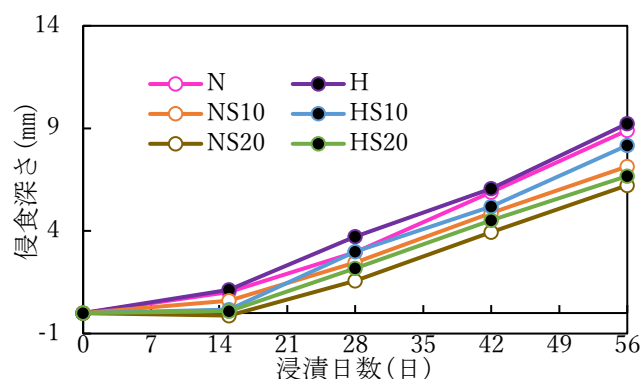


図-2 侵食深さ

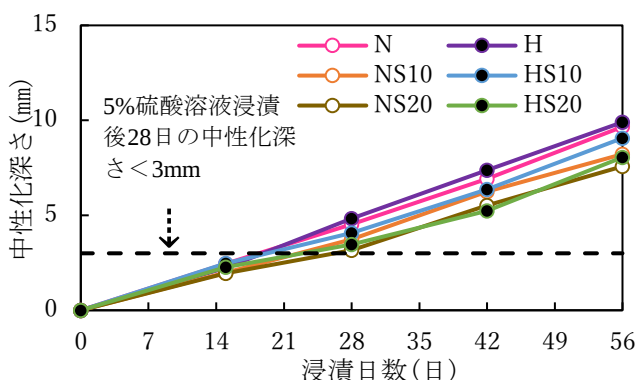


図-3 中性化深さ

謝辞

本研究は科学研究費補助金 若手研究 20K14807 により行った研究の一部をとりまとめたものである。

参考文献

- 1) 蔵重勲, 魚本健人: 硫酸腐食環境におけるコンクリートの劣化特性(4)ー硬化体中のセメント水和物の影響ー, 生産研究, Vol.53, No.11・12, pp.103-106, 2001
- 2) 福永隆之: シラスを建設材料に利用した際の反応性と活用方法に関する基礎的研究, 学位論文, pp.27-68, 2018
- 3) 下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル: 日本下水道事業団, 2017