

高炉スラグ微粉末とアルミナセメントを用いたモルタルの耐硫酸性に関する基礎的研究

日大生産工(学部) ○喜多 滉介 日大生産工(院) 松山 巧 日大生産工(学部) 荒井 朋哉
日大生産工(学部) 齊藤 功将 日大生産工(学部) 三上 瑞毅 日大生産工 山口 晋
日大生産工 杉橋 直行 デンカ株式会社 水田 航平

1. 背景

途上国における下水道普及率はまだ低くその整備は喫緊の課題であるが、普及のための開削工事が慢性的な交通渋滞のため難しい。このような場合、非開削工事が可能な推進工法による下水道整備が最適である。推進工法には管路材としての強度が必要なためコンクリート製のヒューム管が使用される。しかし途上国が多くある東南アジア諸国は国土が赤道付近に位置することから日本と比べ平均気温が高く、下水管路の腐食要因である硫化水素が発生し易いためコンクリート製管路の硫酸による劣化が著しい。

そこで本研究は、耐硫酸性を有するとされるアルミナセメント（以下AC）と高炉スラグ微粉末（以下BFS）に着目し、ACとBFSをヒューム管内面のライニング材として用いた耐硫酸性を有するヒューム管の開発を目的として耐硫酸性に関する検討を行った。本報告では、ACとBFSの混合率を変化させた場合の圧縮強度ならびに浸漬28日までの硫酸浸漬試験の結果を報告する。

2. 実験方法

2. 1 実験概要

実験では、基本物性を把握するためのフレッシュ試験と圧縮強度試験、耐酸性を把握するた

めAC単味ならびにそのBFSの置換率を変えた表1の計12水準のモルタルについて検討した。

W/Bは30%,40%,50%, BFS置換率は既往の研究²⁾と比較するため40%,70%,100%について検討を行うこととした。BFS100%についてはアルカリ刺激を担保するため10%の普通ポルトランドセメント(以下OPC)を添加した。これらの配合のモルタルでφ50×100mmの円柱供試体を作成し、20℃室内で湿空養生、1日後に脱型し、20℃水中で所定期間の養生を行った。使用したBFSは、せっこうを含む一般的な比表面積4380cm²/g、密度2.89g/cm³のものを使用し、細骨材は、密度2.60g/cm³の洗砂を使用して表-1に示す配合で練り混ぜを行う。

2. 2 フレッシュ性状試験

目標のフロー値と空気量になるように混和剤の添加量を調整した。目標値はW/B50%,40%ではJIS R 5201に準拠して練り混ぜを行ったJISモルタルのフロー値と空気量を参考にフロー値170±10mm、空気量4.5±1.5%とした。W/B30%ではJISA6207を参考にフロー値260±10mm、空気量については強度のばらつきを減じることを優先し2.0%以下を目標とした。練り混ぜを行った直後、フロー試験と空気量試験を行い、混和剤の添加量を調整した結果は表1に併記した。BFS混和量が大きいほど目標のフローを得るための高性能AE剤添加量が多くなった。

2. 3 硫酸浸漬試験

硫酸浸漬試験は、日本下水道事業団の規格に準拠し、硫酸濃度5%で112日間の浸漬を行い、硫酸浸漬深さと質量変化率を評価した。φ50×100mmの供試体を標準養生28日後に硫酸へ浸漬した。浸漬開始から28日までは7日ごとに硫酸溶液の全量交換を行い、28日以降は28日ごとに硫酸溶液の全量交換を行う。硫酸溶液の全量交換時に合わせて質量変化を測定した。浸漬深さは浸漬期間28,56,112日で評価した。

表1 示方配合

W/B (%)	BFS 置換率	単位量(kg/m ³)						
		W	B				高性能 AE 減水剤 (B×%)	AE助剤 (B×%)
			AC	OPC	BFS	S		
50	0	251.2	503.5	-	-	1510.5	0.10	-
	40	244.0	301.3	-	200.8	1506.3	0.40	0.01
	70	243.3	150.3	-	350.7	1503.2	0.45	0.01
	100	242.4	-	50.1	450.7	1502.3	0.60	0.01
40	0	246.1	633.6	-	-	1393.8	0.15	-
	40	243.4	378.8	-	252.5	1389.0	0.45	0.01
	70	242.1	188.9	-	440.8	1385.4	0.55	0.01
	100	241.6	-	62.9	566.3	1384.3	0.60	0.01
30	0	185.8	854.2	-	-	1195.9	0.25	0.08
	40	181.9	510.1	-	340.1	1190.3	0.60	0.08
	70	180.5	254.2	-	593.0	1186.1	0.70	0.08
	100	178.6	-	84.6	761.7	1184.9	0.90	0.08

Basic study on sulfuric acid-resistant characteristics of mortar using a blast furnace slag fine powder and the alumina cement

Kosuke KITA, Takumi MATSUYAMA, Tomoya ARAI, Kosuke SAITO,
Mizuki MIKAMI, Shin YAMAGUTHI, Naoyuki SUGIHASHI and
Kohei MIZUTA

2. 4 圧縮強度試験

圧縮強度試験はJIS A 1108 に準拠し、 $\phi 50 \times 100 \text{mm}$ の円柱供試体を使用し、材齢7日21,91日で実施する。ここでは試験が終了した材齢7日の結果を報告する。

3. 実験結果及び考察

材齢7日の圧縮強度は図1に示すとおりである。W/B50%からW/B30%とW/Bの減少に伴って圧縮強度は増加し、普通ポルトランドセメント等の一般的な傾向と同一であった。また、W/Bによらず、AC単味の場合において、BFSを置換したどの場合よりも強度が高く、そこからAC60%:BFS40%, AC30%:BFS70%とBFSを置換する割合が増えるほど強度が低下した。BFS90%:OPC10%ではどのW/BにおいてもAC30%:BFS70%よりも強度が上昇する結果となった。日本下水道事業団のライニング材の規格³⁾では、材齢28日で 30N/mm^2 の強度が要求されている。今回の実験では未だ材齢7日であるものの、既にこの要求を満足した配合は、W/B50%においてはBFSで置換しないAC単味の場合のみ、W/B40%においてはBFSで40%置換、W/B30%においては実験した全ての場合について、この規格値を満足した。

硫酸浸漬試験の結果は図2～4に示すとおりである。AC0%:BFS100%はすべての水結合材比において質量が大きく増加し、水結合材比が低くなるほど質量増加率は高くなる傾向にあった。一方でACを使用した配合のほとんどで、材齢と共に質量が減少し、AC量が多いほど質量減少が大きい。ACを使用した配合のうち、W/B30%でAC30%:BFS70%だけは、質量が増加した。これはBFSの単位量が多くなり、これに含まれるせっこうの単位量が増加したことが影響したのではないかと考えている。

4. まとめ

本実験の結果、得られた知見を以下に示す。

- 1) モルタルフローを同一にする高性能AE減水剤添加量はAC単味からBFSを添加するほど増加する。
- 2) AC単味またはBFSを混合した配合は、W/Bが小さく、材齢が大きいほど圧縮強度が大きくなる一般的なセメント材料と同様の傾向を示した。
- 3) 硫酸浸漬による質量は、ACを使用した配合のほとんどで、材齢と共に質量が減少し、AC量が多いほど質量減少が大きい。
- 4) BFSに含まれるせっこうが硫酸浸漬による質量を増加させている可能性がある。

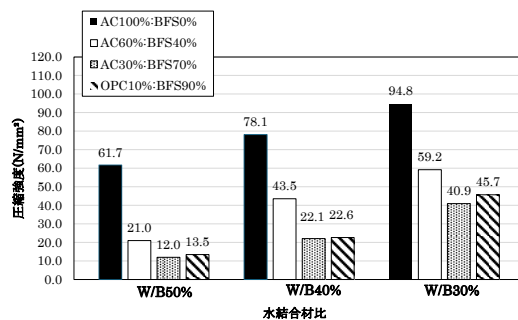


図1. 材齢7日の圧縮強度

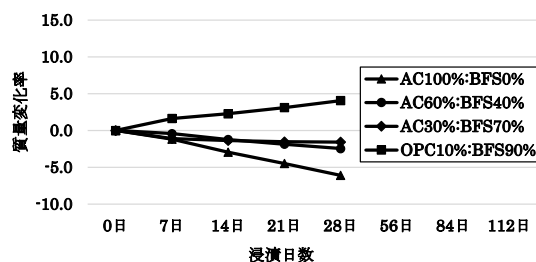


図2 W/B50% 質量変化率 (材齢28日)

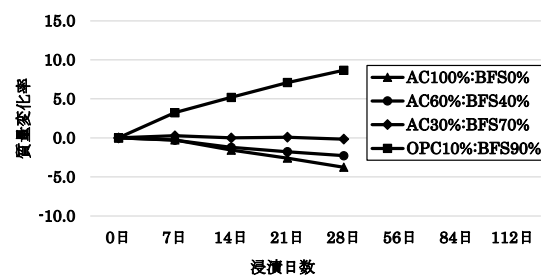


図3 W/B40% 質量変化率 (材齢28日)

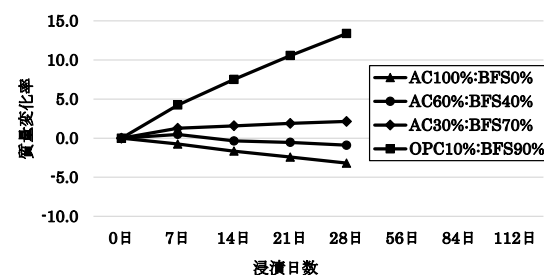


図4 W/B30% 質量変化率 (材齢28日)

参考文献

- 1) 杉山友明ほか: 高炉スラグを混和したアルミナセメントの硬化体の耐硫酸性に及ぼす水粉体比の影響, セメント・コンクリート論文集, No.66, pp437-443 (2012)
- 2) 水田航平ほか: アルミナセメント・高炉スラグ混合系の早強性に関する研究, 第78回セメント技術大会講演要旨, [3316] pp.294~295, 2024
- 3) 地方共同法人日本下水道事業団: 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, pp.78 2023