

# 高炉スラグ微粉末を添加したフライアッシュベースのジオポリマーの耐酸性

大分高専 正会員 ○一宮 一夫  
 大分高専 非会員 徳丸 昂  
 西松建設(株) 正会員 原田 耕司

## 1. はじめに

ジオポリマー（以下、GP という）は、アルミナシリカ粉末（以下、活性フィラーという）とアルカリシリカ溶液（以下、GP 溶液という）の反応で形成される非晶質の縮重合体（ポリマー）の総称で、耐酸性に優れた建設材料である。筆者らは既往において、フライアッシュベースの GP では活性フィラーの一部を高炉スラグ微粉末（以下、BS という）で置換することで強度増進効果があることを報告した<sup>1)</sup>。しかし、耐酸性に対しては Ca を多く含む BS の置換率上昇は性能低下につながる可能性があるが、GP の BS 置換率と耐酸性の関係についての知見はほとんどない。

本研究では、フライアッシュベースの GP モルタルに対して、BS 置換率と GP モルタル強度の関係を示した上で、室内における硫酸浸漬実験と酸性温泉地における温泉水浸漬実験の結果から、耐酸性に及ぼす BS 置換率の影響について検討した。

表 1 使用材料

分類	項目	記号	材料
GP モルタル	活性 フィラー	FA1	フライアッシュ 1 種 密度 2.36g/cm <sup>3</sup> 比表面積 5327cm <sup>2</sup> /g
		BS	高炉スラグ 微粉末 密度 2.92 g/cm <sup>3</sup> 比表面積 4009cm <sup>2</sup> /g
	GP 溶液	GPS	水ガラスと苛性ソーダと 水の混合物, 密度 1.27g/cm <sup>3</sup>
	細骨材	S	標準砂, 密度 2.64 g/cm <sup>3</sup>
OPC モルタル	セメント	OPC	普通ポルトランドセメント 密度 3.15 g/cm <sup>3</sup>
	水	W	水道水
	細骨材	S	標準砂, 密度 2.64 g/cm <sup>3</sup>

## 2. 実験概要

### (1)使用材料ならびに配合

表 1 に使用材料、表 2 と表 3 に配合を示す。なお、GP では BS の活性フィラーに対する内割り置換率（以下、BS 置換率という）は 0、10、20、30% の 4 水準とした。

### (2)練り混ぜおよび打設

ホバート型ミキサ（容量：5 リットル）を用い、細骨材、FA、BS を入れて空練り 30 秒間、GP 溶液を入れて一次練混ぜ 1 分間、掻き落とし 15 秒間、二次練混ぜ 2 分間の順で練り混ぜた。その後、内径 5cm で高さ 10cm のモールドに充填した。

### (3)養生

脱型後直後から 90%RH の下で 3 時間かけて 60℃まで上昇させ、その後 3 時間その条件で養生し、再び 3 時間かけて温度 20℃まで下げ、その後は室温（20℃、60% RH）で所定の材齢まで貯蔵した。

### (4)耐酸性試験

室内における硫酸浸漬実験では、濃度 5%の硫酸に浸漬し、1 週ごとに質量と直径を測定するとともに外観を撮影をした。硫酸の濃度は pH 試験紙で適宜確認したが、GP の劣化は僅少であったことで pH の変動はほとんどなかった。

温泉水浸漬実験は、大分県別府市の明礬温泉で行った。供試体は室内試験と同じ円柱供試体で、供試体は容器に貯めた温泉水（pH=3 程度）に浸漬することで流水によ

表 2 モルタルの配合(g/バッチ)

BS 置換率 (%)	GP 溶液	FA	BS	S
0	244.2	533.6	0.0	1535.4
10	244.2	480.3	66.0	1535.4
20	244.2	426.9	132.0	1535.4
30	244.2	373.6	198.0	1535.4

表 3 OPC モルタルの配合(g/バッチ)

W	OPC	S
255.9	511.8	1535.4

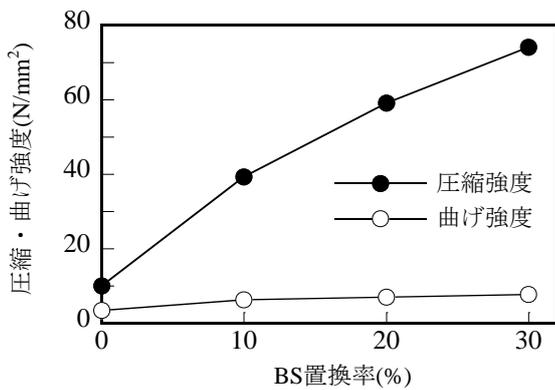


図1 BS置換率と強度の関係

る物理的な浸食が生じないようにするとともに、容器には常に新しい温泉水を供給して浸漬条件が一定になるように配慮した。

### 3. 実験結果

図1にBS置換率と強度の関係を示す。この図から、BS置換率を高くすることで圧縮強度が上昇することが分かる。一方、曲げ強度の向上はほとんどない。

図2ならびに図3の(a), (b)に室内における硫酸浸漬の結果を示す。浸漬材齢8週における質量減少率の比較ではOPCがおよそ60%であるのに対し、GPはほぼ0%である。また、外観観察からもBS置換率を30%まで増加させても高い耐酸性を得られることを確認した。他方、BS置換率が増すことで図3(b)のように供試体端面の膨張が生じた。このような膨張現象はBS置換率が大きいほど顕著であり、BS置換率30%で浸漬材齢6週頃に最初に観察された。同現象はOPCを硫酸に浸漬した初期に観察される状態に酷似していることやBS0%では同様な現象は全く生じないことから、Caの関与が大きいと推察される。

図3(c)に酸性温泉水浸漬の浸漬材齢20週の結果を示す。OPCは供試体表層部の溶出が観察されるのに対してGPの劣化はほとんど見受けられないことから、酸性温泉水においてもGPは優れた耐酸性を発揮すると考えられる。

### 4. まとめ

FAベースのGPでは活性フィラーの一部をBSで置換することで圧縮強度を高めることができ、BS置換率が高いほど効果は大きい。硫酸浸漬試験では、浸漬材齢が長くなるにともない供試体端部に膨張ひび割れが発生した。この現象はBS置換率が大きいほど顕著であるが、OPCの劣化に比べると僅少である。また、酸性温泉水への浸漬実験の結果から、上記のGPの膨張による劣化現象は実用上ほとんど問題とならないと判断できる。

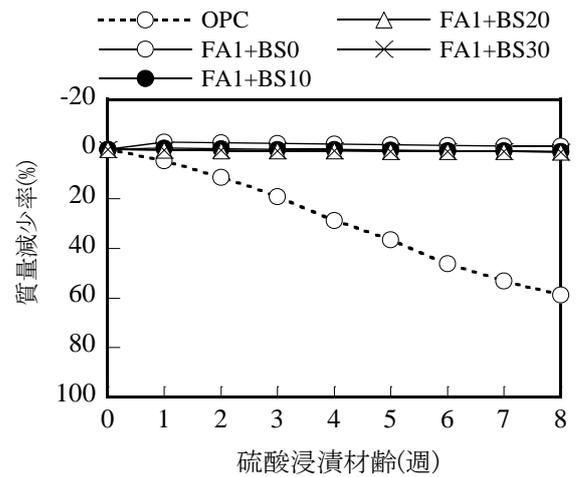
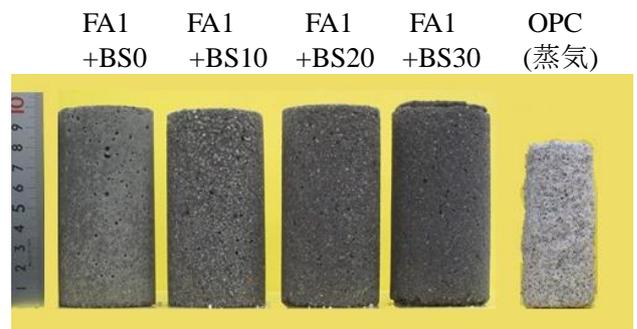
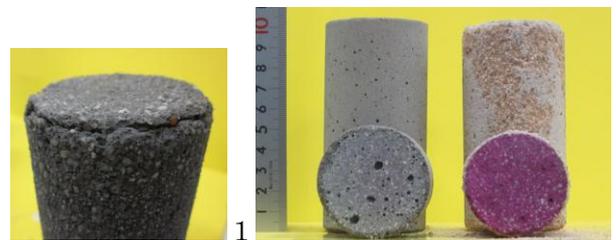


図2 質量減少率と硫酸浸漬材齢の関係



(a)硫酸浸漬実験 (浸漬材齢8週)



(b)端面の膨張

(c)温泉水浸漬実験 (BS10, 浸漬材齢20週)

図3 供試体の劣化状況の比較