

## フライアッシュ系ジオポリマーの養生方法とエフロレッセンスの関係

大分高専専攻科 学生会員 ○藤原 怜司, 大分高専 正会員 一宮 一夫  
大分高専専攻科 学生会員 佐藤 光亮, 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)製の歩車境界ブロック(以下, ブロック)では, 図1のようなエフロレッセンスを含む表層劣化が生じる場合がある. 土壌中の水分の吸い上げによるNaなどのアルカリの溶出が主な原因と考えられ, GP実用化の上で支障になっている. 既往の研究によると, 前養生を24時間とった場合は, 前養生なしに比べて空隙が減少し, その結果として強度が向上することが報告されている.

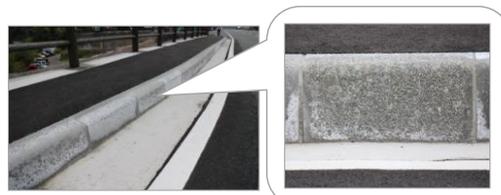


図1 ブロックの表層劣化の例

本研究では, 適切な養生方法を選定することで, 水分移動を抑制できる可能性があることに着目し, フライアッシュ(以下, FA)をベースとし, 硬化促進のために高炉スラグ微粉末(以下, BS)を添加したGPモルタルを対象に, 前養生日数ならびに蒸気養生の最高温度との関係を調べた.

表1 使用材料

項目	記号	材料
活性 フィラー	FA	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
アルカリ 溶液	GPW	水ガラス, 苛性ソーダ, 水の 混合液 A/W (Na/H <sub>2</sub> O) 0.126, Si/A (Si/Na) 0.613
細骨材	S	混合珪砂 密度 2.64 g/cm <sup>3</sup>

### 2. 実験概要

#### 2.1 使用材料, 配合, 製造方法

使用材料を表1に, 配合を表2に示す. GPはアルミナシリカ粉末のFAを基本とし, 硬化促進のためにBSを内割り置換(置換率は0%, 10%, 20%, 30%)した.

練り混ぜにはホバート型ミキサー(容量5L)を用い, 練混ぜ終了後すぐに円柱用型枠(φ5cm×10cm)とセメント強さ試験用3連型枠(4cm×4cm×16cm)に, テーブルバイブレータで振動を与えながら充填した.

#### 2.2 養生方法

養生条件を図2に示す. 前養生(20℃)は0日, 1日, 2日, 蒸気養生最高温度は60℃と80℃とした. なお, 前養生0日で80℃では蒸気養生の熱でGPの膨張が認められたことから検討対象外とした. 打設の翌日に脱型し, その後は恒温恒湿室(温度20℃, 湿度60%RH)で静置させた.

#### 2.3 部分吸水試験ならびに圧縮強度試験

材齢7日で部分吸水試験を開始した. 同試験は厳しい乾燥環境を安定して得ることができる冷蔵庫内(2℃, 30%RH)で, 図3のように供試体の下端から1cmを水に浸漬させて行った. そして, 試験材齢70日までの外観観察ならびに質量変化を測定した.

圧縮強度はJIS A 5201に準拠して, 材齢7日と28日で行った.

### 3. 実験結果

表3に試験材齢70日における供試体の外観の比較を示す. まず, 上段の60℃, 0日の場合は, BS10では供試体の上半分に多量の析出物(炭酸ナトリウム)が発生しており, BS20, BS30とBS置換

表2 GPモルタルの配合(kg/m<sup>3</sup>)

記号	BS置換 率 (vol.%)	GPW	FA	BS	S
BS0	0	295.0	640.3	0.0	1311.2
BS10	10	295.0	576.4	79.2	1311.2
BS20	20	295.0	512.3	158.4	1311.2
BS30	30	295.0	448.2	237.7	1311.2

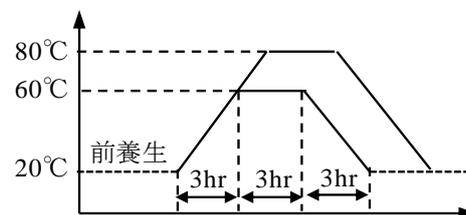


図2 養生条件

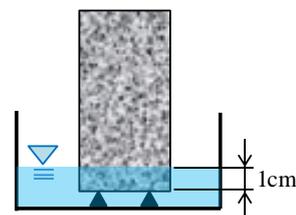


図3 部分吸水試験の様子

表3 供試体外観の比較 (試験材齢 70 日)

前養生	60℃				80℃			
	BS0	BS10	BS20	BS30	BS0	BS10	BS20	BS30
0 日					—	—	—	—
1 日								
2 日								

率が高いほど析出物は少なく、その発生位置も下方になる。一方、BS0 では析出物は少ないが、供試体全体が含水状態にあり、水に溶けやすい炭酸ナトリウムが結晶化しにくいいためである。中段の前養生 1 日の場合は、60℃では前養生 0 日と傾向は類似しているが、析出物の発生量は僅かに減少し

ている。80℃では 60℃とは様相は異なり、BS0 で上半分に多量の析出物が認められる。上述のように炭酸ナトリウムは水に溶けやすいが、析出物が残存していることから、吸水高さが 60℃よりも低下したものと判断できる。BS10, 20, 30 も析出物の発生量、発生位置ともに低下しており、特に BS30 では表面の変状は認められない。このことから、蒸気養生温度を 80℃にすることで GP の組織の高密度化につながったようである。下段の前養生 2 日では、さらに表面の変状は抑えられ、80℃の BS30 に加えて BS20 でも析出物は生じていない。

材齢 7 日における圧縮強度を図 4 に示す。60℃では前養生日数の違いがあるが、80℃では認められない。このことより、蒸気養生温度が低いほど前養生の影響が大きいことが分かる。

#### 4. まとめ

本研究で得られた主な知見を次に示す。(1) BS30 で 60℃の前養生 2 日、80℃の前養生 1 日と 2 日でエフロレッセンスが抑制された。(2) 前養生期間と圧縮強度の関係から、前養生の強度増進効果は 60℃の材齢 7 日の場合に確認できたが、その他の条件では見受けられなかった。圧縮強度の結果はエフロレッセンスの発生状況と一致することから空隙構成の変化が影響したものと考えられる。

**謝辞** 本研究は JSPS 科研費 17H03291 の助成を受けたものです。

#### 参考文献

- 1) 菊地道生, 山本武志, 大塚拓: 結合材種類および前養生が蒸気養生を施したジオポリマー硬化体の物理的性質に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.1, pp.2283-2288, 2016

