

ジオポリマーモルタルの吸水・乾燥に関する検討

九州工業大学大学院 学生会員 ○深野 雄三 九州工業大学大学院 学生会員 吉田 強志
九州工業大学大学院 正会員 日比野 誠 九州工業大学大学院 正会員 合田 寛基
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)はセメントと比べ耐硫酸抵抗性に優れるという観点から, 下水道や温泉地での使用が想定される. しかし, GPはセメントと比べ透水性が高く, 物質移動抵抗性が低いと言われている. 耐久性向上の観点において遮蔽性の高い緻密なGPを作製する必要があると考えられる. 本研究では, 水粉体比(以下, W/P), 全粉体に対するスラグ質量置換率(以下, BFS/P)ならびにGP溶液のアルカリ濃度をパラメータとしたGPモルタルを作製し, コンクリート構造物表面の物質移動抵抗性を測定する際に使われる表面吸水試験ならびに質量減少率に基づいてGPモルタルの緻密性について検討した.

2. 実験概要

(1)使用材料および配合

表-1 に使用材料の物性を示す. GP 溶液には, 水ガラスと水酸化ナトリウム水溶液の混合溶液を使用した. アルカリ濃度の検討では Na と H₂O のモル比が 7.5, 10.0, 12.5%となるよう調整した. 活性フィラーにはフライアッシュ II 種と高炉スラグ微粉末を使用した. また, 細骨材には表面乾燥状態の海砂を使用した. 表-2 に基本配合を示す. W/P=60%, BFS/P=10%, アルカリ濃度=7.5%とした. 基本配合から各要因を表-3 に示すように変化し実験を行った.

(2)養生方法

本研究では, GP の練混ぜ後, 前置き 1 時間を経て, 封緘状態の GP を 3 時間かけて 20℃から 80℃に昇温後, 80℃で 12 時間保持し, 3 時間かけて 20℃まで除冷した後, 以降, 材齢 7 日で試験に供するまで 20℃RH60%で気中養生した.

(3)試験方法

表面吸水試験では, $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱モルタルを水平方向に切断した $\phi 100 \times H100\text{mm}$ の供試体を対象とした. 試験前に 80℃の乾燥炉内で絶乾後, 常温まで冷却し, 切断面以外にエポキシ樹脂を塗布した. その後, シリコンにより切断面に表面吸水試験器を接着し, 漏水しない条件下で試験を行った. 試験状況を写真-1 に示す. 試験器に注水完了後, 1 分毎に 10 分間, 水位を測定した.

質量減少量試験では, $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ の角柱供試体を脱型後直ちに 24 時間水中に浸漬後, 質量を測定し, 初期質量とした. その後, 20℃RH60%の環境下で静置して 24 時間

表-1 使用材料

記号	材料	密度(g/cm ³)
GP	GP溶液	1.27
FA	フライアッシュII種	2.31
BFS	高炉スラグ微粉末	2.92
S	海砂	2.56

表-2 ベース配合

BFS/B	W/B	GP	FA	BFS	S
%		kg/m ³			
10	60	314	471	52	1359

表-3 検討要因

項目	水準
W/P	50, 60%
BFS/P	10, 15, 20%
アルカリ濃度	7.5, 10.0, 12.5%



写真-1 表面吸水試験状況

毎に質量を測定した。

3. 結果ならびに考察

図-1 に表面吸水試験から得られた各要因の表面吸水速度を示す。図-1 より、W/P を小さく、BFS/P を大きく、アルカリ濃度を高くすると表面吸水速度が小さくなることがわかった。Levitt による表面吸水速度の評価によると、10 分時の表面吸水速度が 0.50 以上で High, 0.25 から 0.50 で Average, 0.25 以下を Low としている。今回のケースでは High に分類されるものではなく、BFS/P=20%, アルカリ濃度=12.5%では Low に分類された。

図-2 に W/P を変化させた質量減少率、図-3 に BFS/P を変化させた質量減少率を示す。図-2 より、W/P=60%と 50%では、50%の方が質量減少率の推移が早期に緩やかになった。その後はともに同様な傾きで推移し、60 日付近で 1.5%の差が生じた。図-3 によると、BFS/P=10%と 15%には明確な差は見られなかった。20%は初期こそ 2%以上質量減少率が小さく出ているが、30 日付近を見てみると差は 1%ほどに縮まっており、さほど大きな差は生じなかった。アルカリ濃度を变化させたものもスラグ量を変化させたものと同様な挙動を示した。

W/P を小さくすると強度が増加するという報告があり、緻密な構造が強度発現を良くし、付随して水の移動抵抗性が向上したのではないかと考えられる。BFS/P に関しては、スラグ量を増加することで塩化物浸透抵抗性や凍結融解抵抗性が改善されたとの報告¹⁾があり、空隙構造が緻密化されることに起因すると考えられる。同様に、アルカリ濃度を大きくすることで緻密化し、塩化物浸透抵抗性が改善された報告がある²⁾。しかし、この両者は表面吸水試験では明確な違いが見られたが、質量減少試験では大きな差は見られなかった。これは、W/P を変えたときと、BFS/P、アルカリ濃度を変えたときの空隙構造、特に累積細孔量や各空隙径の量に違いがあるためと考えられる。今回の検討では空隙量の測定を行っていないため、今後、水銀圧入方等で空隙構造を把握する必要がある。

4. まとめ

W/P、BFS/P、アルカリ濃度を変えることで GP モルタルの表面吸水速度を小さくすることができた。W/P を変えることで質量減少率も小さくなったが、BFS/P、アルカリ濃度を変えても質量減少率はあまり変化がなかった。

参考文献 1)南浩輔, 松林卓, 舟橋政司: ジオポリマー硬化体の諸物性に関する基礎研究, コンクリート工学年次論文集, Vol. 35, No. 1, 2013

2)上原元樹, 南浩輔, 平田紘子, 山崎淳司: ジオポリマー硬化体の配合・作製法と諸性質, コンクリート工学年次論文集, Vol. 37, No. 1, 2015

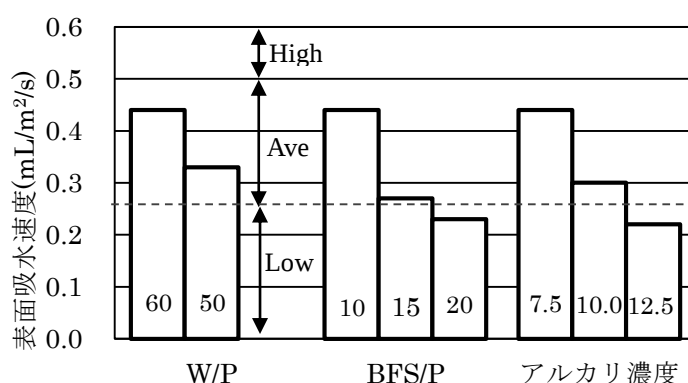


図-1 各要因を変化させた表面吸水速度

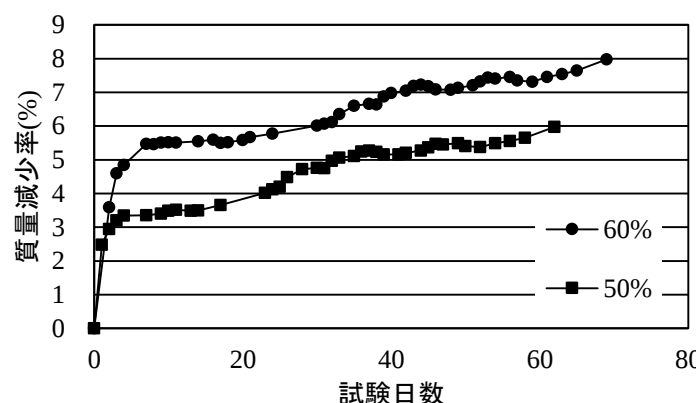


図-2 W/P を変化させた質量減少率

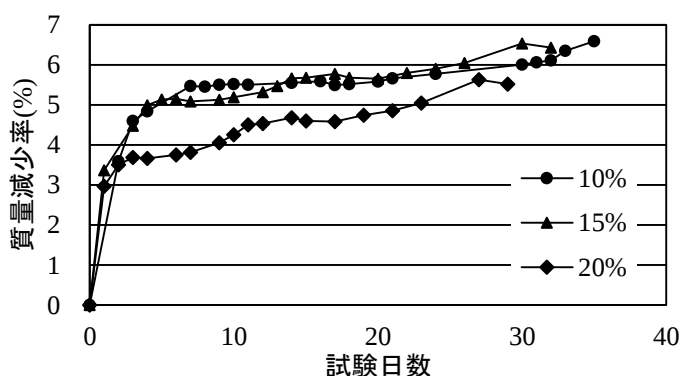


図-3 BFS/P を変化させた質量減少率