

高速気流中衝撃法により表面改質をした超微粒子セメントの室内目詰まり試験

独立行政法人土木研究所 正会員 ○佐藤弘行、山口嘉一

1. はじめに

近年、超微粒子セメントでも遮水性改良が困難なダム基礎地盤があり、ダム基礎グラウチングの調査・設計・施工等により対応を図っているが、限界がある。ダムのグラウト材料にはセメント使用が基本¹⁾であり、超微粒子セメントによっても遮水性改良が困難な微細亀裂やマサへの注入性向上が期待できるセメントの研究を行う必要がある。

セメント粒子は角張ったり凹凸のある非球形不規則形状をしている。非球形不規則形状の粒子を球形化することにより、微細亀裂への注入性が向上することが粉体工学等の知見により明らかになっている²⁾。そこで本研究では、グラウト材料としてのセメント粒子の球形化の基礎的検討として、高速気流中衝撃法で表面改質処理した超微粒子セメントの室内目詰まり試験を行った。

2. 試験方法

試験の材料には、(株)日鐵セメントのスーパーファイン(SF)を使用した。

2.1 高速気流中衝撃法^{3)、4)}による SF の表面改質

高速気流中衝撃法には(株)奈良機械製作所のハイブリタイゼーションシステム⁴⁾NHS-3(図-1)を使用した。本システムは、装置の中にある回転翼を高速で回転させることにより装置内部に約 100m/s の高速気流を発生させ、装置内に投入した粒子同士の衝突により、粒子の表面改質を行うものである。装置の詳細は参考文献4)を参照されたい。事前の検討により処理時間は1時間とし、1バッチ約 800g で、合計 20kg の表面改質 SF を作製した。図-2 に原料の SF、図-3 に表面改質 SF の電子顕微鏡(SEM)写真を示す。表面改質 SF は角が取れてなめらかな形状になっている。なお、表面改質前後の粒度分布はほとんど差がなかった。

2.2 室内目詰まり試験方法

試験装置の概要を図-4 に示す。スリット注入試験装置は図-5 に示すとおりであり、外径 138mm、高さ 125mm、スリットでの注水孔径は 46mm、注水孔から外面への浸透路長は 46mm である。スリット注入装置の中央部に図-6 のスリットを設けた。スリットは中央の注水孔から四方向に切削されており、開口幅は 50 μ m である。試験においては、所定の圧力でグラウトを注入し、スリット外側に透過して落下したグラウトを集めて電子秤で計測した。

試験に用いたグラウトは、水セメント比は 2、分散剤は B 型粘度計による事前検討から花王(株)マイティ 150 を 2wt% 添加して、3 リットルとなるように練り混ぜて作製した。注入圧力は 0.1、0.3、0.5MPa の 3 ケースとし、試験開始から終了まで一定圧とした。試験中は攪拌子により圧力容器内のグラウトを攪拌した。

3. 室内目詰まり試験結果

図-7 から 9 に、各注入圧力での累積透過量を示す。図-7 の注入圧力が 0.1MPa のケースでは、表面改質 SF の累積透過量が多く、試験終了までスリット外側からグラウトが流出していることを確認した。一方、SF の透過量は徐々に少なくなり、試験途中の透過量が少なくなった後はスリット外部からの透過物は

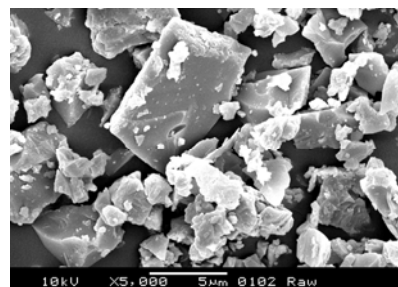
図-1 高速気流中衝撃法の装置⁴⁾

図-2 SF の SEM 写真

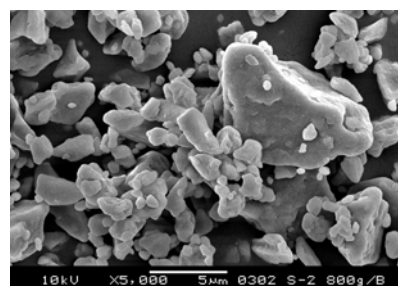


図-3 表面改質 SF の SEM 写真

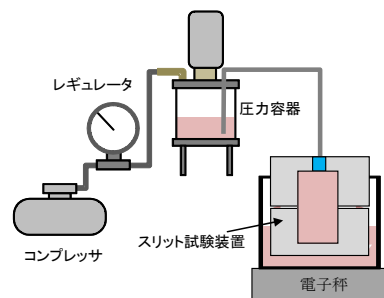


図-4 試験装置概要

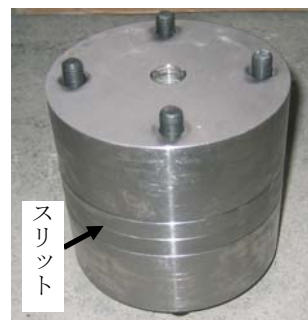


図-5 スリット注入試験装置



図-6 スリット

目視では水であった。図-10 に試験終了後のスリット入口に残っていたフィルターケーキ⁵⁾を示す。SF ではスリット入口の全周にフィルターケーキが厚くできていたが、表面改質 SF ではスリット入口の一部に薄く密実なフィルターケーキが発生していた。

図-8 の注入圧力が 0.3MPa のケースでは、試験初期では表面改質 SF の累積透過量が SF の累積透過量よりも大きい。これは、表面改質により粒子の角が滑らかになったことによる影響と考える。しかし、表面改質 SF は約 120 秒で急激に透過量が少なくなった。これは、表面改質 SF は粒子の角が滑らかになったためにフィルターケーキが密実になり、さらに注入圧力が高いと透過するセメント粒子数が多くなるためフィルターケーキが生成されやすくなることから、表面改質 SF がスリット入口で密実なフィルターケーキを生成したために、透過量が急激に少なくなったものと考えている。なお、SF と表面改質 SF とともに、試験途中から透過量が少なくなった後はスリット外部からの透過物は目視では水であった。

図-9 の注入圧力が 0.5MPa のケースでは、表面改質 SF は約 40 秒で急激に透過量が少なくなった。これは前述と同様に表面改質 SF では密実なフィルターケーキが急速に生成されたことが原因と考えている。SF の累積透過量は時間とともに徐々に増加しているが、試験後半での透過物は目視では水であった。

4. まとめ

本論文では、グラウト材料としてのセメント粒子の球形化の基礎的な検討として、高速気流中衝撃法により表面改質をした超微粒子セメントの室内目詰まり試験を行った。本論文における試験結果では、水セメント比 2、注入圧力 0.1MPa の試験条件では、角落とし程度のわずかな表面改質をした超微粒子セメントを使用したグラウトの注入性が非常によいことがわかった。一方、注入圧力が高くなると、表面改質超微粒子セメントではスリット入口で密実なフィルターケーキが生成されることにより試験途中で注入性が急速に悪くなることがわかった。今後も引き続きセメント粒子の球形化方法とその物性に関する研究を進めていきたい。

謝辞：本研究にあたっては、清水建設(株)の加瀬俊久氏、栗田守朗氏、田中 勲氏、延藤 遵氏、ライト工業(株)の大西高明氏には多大なご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1)(財)国土技術研究センター編集：グラウチング技術基準・同解説、87p.、2003.
- 2)三輪：粉体工学通論、245p.、1981.
- 3)田中、北村、小石：球状化セメントの基本物性とコンクリートの基礎性状に関する研究、1992.
- 4) (株) 奈良機械製作所ホームページ、<http://www.nara-m.co.jp/product/particle/nhs.html>.
- 5)延藤、西垣、見掛、小林、佐藤：注入圧力によるグラウトの目詰まり現象抑制効果、土木学会論文集 C、Vol.64、No.4、pp.813-832、2008.

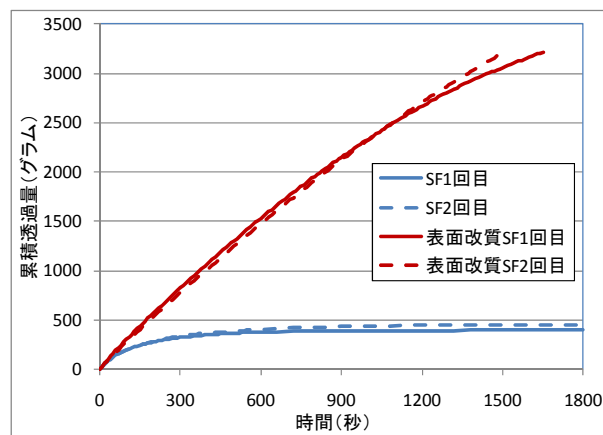


図-7 注入圧力 0.1MPa の時の累積透過量

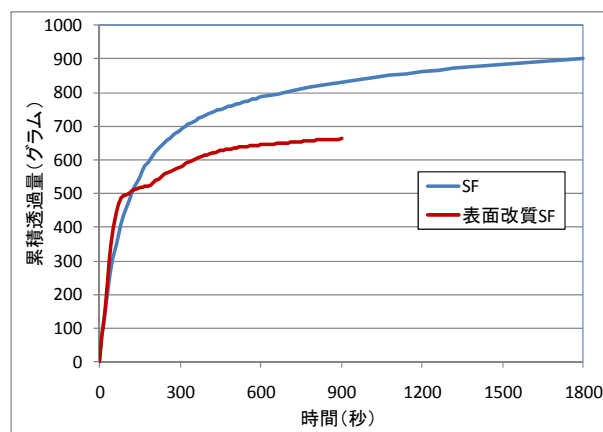


図-8 注入圧力 0.3MPa の時の累積透過量

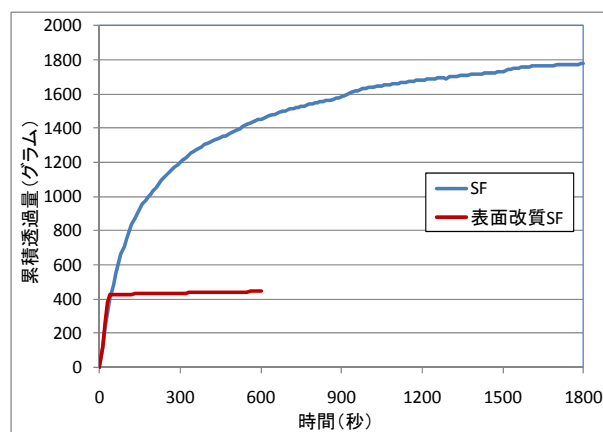


図-9 注入圧力 0.5MPa の時の累積透過量



図-10 試験終了後のスリット入口のフィルターケーキ (注入圧力 0.1MPa、左: SF、右: 表面改質 SF)