

## 超々微粒子セメントの岩盤注入に関する基礎実験

太平洋マテリアル（株）正会員 ○吉田 了三 正会員 高橋 則雄  
清水建設（株）正会員 征矢 雅宏 正会員 本村 浩志

## 1. はじめに

超微粒子セメントをはじめとするセメント系注入材は、改良強度・耐久性・環境面・経済性等に優れることから高分子系や溶液系注入材に代わって地盤改良への採用が増えつつある。しかし、細粒分の多い砂質地盤や極微細な亀裂を有する岩盤では改良が困難であることも少なくなかった。そこで従来の超微粒子セメントよりも更に粒径を小さくし、浸透性を向上させた超々微粒子セメントを試作して、岩盤亀裂への注入を模擬した円筒スリット注入装置による実験を行なった。さらに、現場において試験注入した結果も報告する。

## 2. 実験方法

試験に使用したセメント懸濁液の配合と試験条件を表 1 に示す。

表 1 セメント懸濁液の配合と試験条件

| 材料        | 記号  | ブレン<br>比表面積<br>(cm <sup>2</sup> /g) | セメント懸濁液の配合 |         | 注入条件                    |                 |               |
|-----------|-----|-------------------------------------|------------|---------|-------------------------|-----------------|---------------|
|           |     |                                     | W/C<br>(%) | 分散剤     | 注入圧力<br>(MPa)           | スリット開口幅<br>(μm) | スリット長<br>(mm) |
| 超微粒子セメント  | MC  | 9200                                | 600        | C×1 質量% | 最大 3.7<br>0.5 MPa /分で昇圧 | 37.5            | 46            |
| 超々微粒子セメント | SRZ | 11500                               |            |         |                         |                 |               |

円筒スリット注入試験<sup>1)</sup>の概略図、円筒スリットの構造図を図 1、2 に示す。注入試験装置は、4 方向にスリット（幅：46mm、長さ：46mm、スリット開口幅 37.5μm）を切削したドーナツ状の鋼板をスリットの無い鋼板と合わせて上下の抑え鋼板（厚み：50mm）で挟み込み、4 本のボルトで締め付ける構造とした。注入したセメント懸濁液は、試験装置上部から注入孔を模擬した円筒部（φ46mm、高さ：75mm）に流入し、充満された後、4 方向のスリットを透過して側方に流れ出る。

円筒スリット注入試験は、ハンドミキサーを用いて所定の配合（W/C=600%）で作液したセメント懸濁液を、アジテータに移し変え、グラウトポンプで昇圧速度概ね 0.5MPa/分にて、最大 3.7MPa まで加圧した。円筒スリットを通して排出されるセメント懸濁液の排出量を注入開始から 3 分間隔で測定し、総排出量が 6000cc に達するか、または排出されなくなった時点で終了した。また、排出したセメント懸濁液を乾燥させ、水セメント比を求めた。

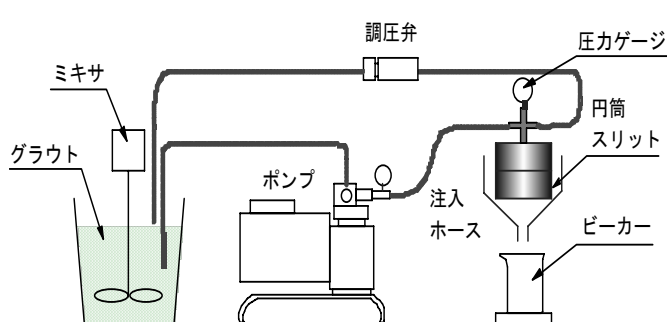


図 1 スリット注入試験の概要図

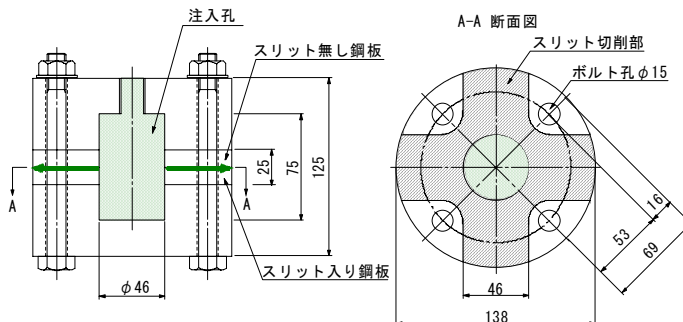


図 2 円筒スリットの構造図

キーワード 超々微粒子セメント、岩盤注入、浸透性

連絡先 〒285-0802 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋マテリアル(株)開発研究所 TEL.043-498-3921

### 3. 室内実験結果および考察

セメント懸濁液排出量の経時変化を図3に示す。MCの排出量は、注入開始から9分までに急激に低下した後、漸減した。注入開始直後からスリット近傍でセメント粒子による架橋現象が発生し、次第に堆積して、スリットを閉塞させる、所謂、目詰まり現象が発生したと推察される。SRZは12～18分で徐々に低下したが、その後注入開始時の排出量にまで回復した。これは、セメント粒子がスリット近傍で徐々に架橋現象が発生し堆積したものが、注入圧力によって押し流され、スリットを閉塞する状況までには至らなかったことを示している。SRZは、総排出量の上限6000ccに注入開始から24分で達しており、MCの1900ccを大きく上回る結果が得られた。

スリットを通過して排出されたセメント懸濁液の水セメント比を求めたものを図4に示す。MCは6分以降、スリット近傍でのセメント粒子による目詰まり現象の進行によって排出量を急激に低下させたが、水セメント比の急激な上昇には至らず、ほとんど排出されなくなった18分以降、スリット内はほぼ閉塞し、ろ過された高水セメント比の懸濁液が排出されることがわかる。SRZは、注入終了まで580～610%と注入前の水セメント比とはほぼ同等の排出が継続した。円筒スリット注入試験では、超々微粒子セメントの大幅な浸透性改善を確認することができた。

### 4. 現場試験

現場試験は、岩盤中の微細亀裂からの湧水量の低減を目的に注入を試みた。MCとSRZのグラウタビリティと超過確率の関係を図5に示す。グラウタビリティが10以上の超過確率は、MCの45%に対して、データ数は少ないがSRZでは70%を示し、超々微粒子セメントの改良効果を期待させる結果が得られた。

### 5. まとめ

- (1)円筒スリット注入試験の結果より、超々微粒子セメントは超微粒子セメントに比べて浸透性が良好であることが認められた。
- (2)現場試験より、超々微粒子セメントは、これまで改良が困難であった岩盤亀裂への適用が期待される。

今後も室内試験ではスリット間隔や水セメント比など各種条件による影響を確認するとともに、現場試験施工などで効果の確認を進めたい。

### 参考文献

- 1) 延藤, 西垣他; 注入圧力によるグラウト目詰まり現象抑制効果, 土木学会論文集 C, Vol.64, No.4, 813-832, 2008.12

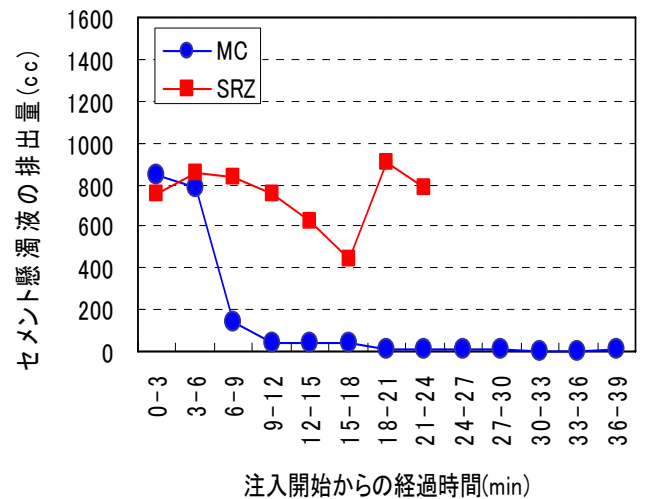


図3 セメント懸濁液の排出量

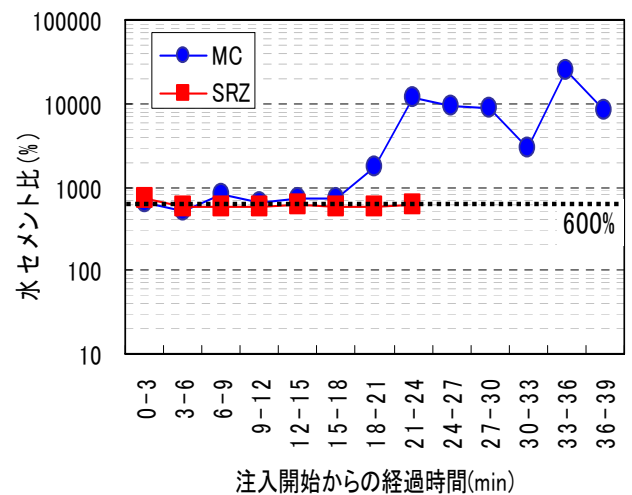


図4 排出したセメント懸濁液の水セメント比

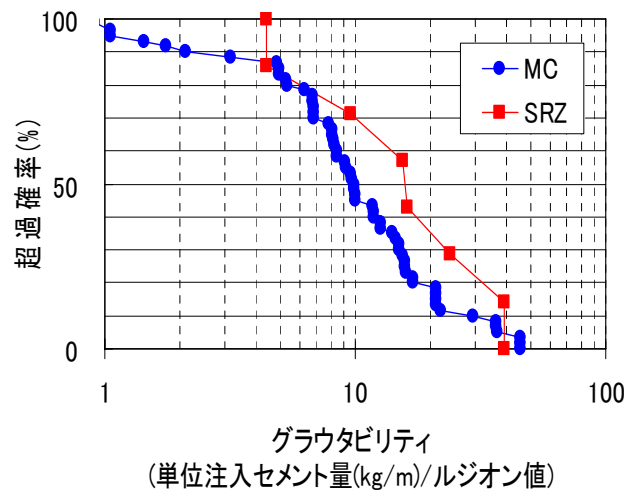


図5 超過確率図(グラウタビリティ)