

超音波振動を利用したグラウチングに関する基礎的研究

鹿島技術研究所	正会員	山本 拓治
	正会員	吉迫 和生
	正会員	黒沼 出
	正会員	脇田 伸吾
宇部三菱セメント研究所		緒形 仁
		小松 茂

1. はじめに

岩盤の止水注入をより高品質、効率的に実施するために、注入材料として超微粒子セメントの開発が進められてきた。しかしながら超微粒子セメントを使用しているにも係わらず、注入が困難となることが多い。セメントグラウトの浸透性を阻害する要因として、グラウト中のセメント粒子の凝集が挙げられる。セメント粒子が凝集すると、微細なセメント粒子が粗大粒子を形成して見かけ上の粒径が大きくなり、粘性も低下し、結果的にセメントグラウトの浸透性も低下する。一般には分散剤を用いてこの凝集状態を改善するが、筆者らはより効果的なセメント粒子の分散手法として超音波振動の付与による超微粒子セメントの分散手法を提案してきている¹⁾。本検討では、超音波振動の付与による超微粒子セメントの凝集状態の改善および浸透性の向上を、デジタルマイクロスコープによる目視および模擬地盤での浸透試験により確認したので、これについて報告する。

2. 超微粒子セメントの粒径

各種試験に先立ち、レーザー回折式粒度分布測定装置により超微粒子セメントの粒径を確認した。図-1に超微粒子セメントの粒度分布を示す。図には比較のために普通ポルトランドセメントの粒度分布も示している。これにより超微粒子セメントの大部分は粒径10 μ m以下であり、50%粒径が約3 μ mであることが判る。

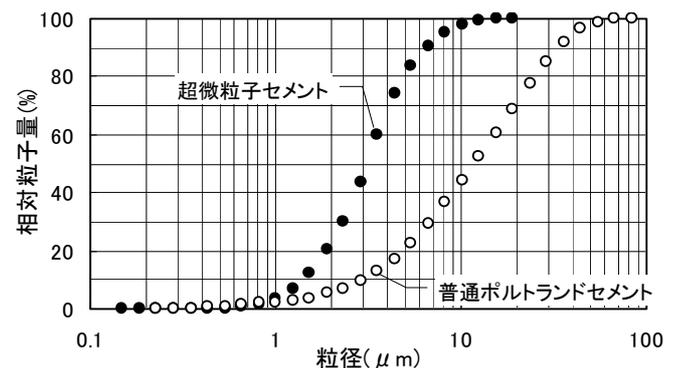


図-1 超微粒子セメントの粒度分布

3. セメントグラウトの分散性

セメントグラウトの分散性を確認するため、デジタルマイクロスコープによりセメントグラウトの観察を実施した。観察に用いたセメントグラウトは先に示した超微粒子セメントで、分散剤には無機系のヘキサメタリン酸ナトリウムをセメント量に対して0.2%使用した。これを水/セメント比400%の配合でハンドミキサーにより60秒間混練し、観察の際には更に5倍に希釈した。

写真-1～写真-3に撮影したセメント粒子の様子を示す(各写真は倍率1000倍で撮影した)。観察されたセメントグラウト中の粒径は、分散剤を使用していないもの(写真-1)は細かい粒子が凝集して固まりになっている様子が

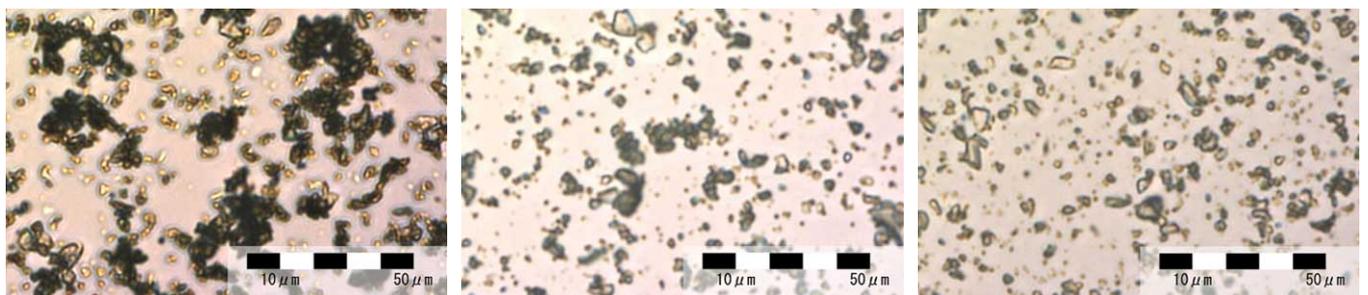


写真-1 分散剤未使用

写真-2 分散剤使用

写真-3 分散剤 + 超音波

キーワード：セメントグラウト、浸透性、超微粒子セメント、無機、分散剤、超音波振動

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島技術研究所 地盤グループ

うかがえる。

先に示した超微粒子セメントの粒径の大部分が $10\mu\text{m}$ 以下であることを考えると、見かけの粒径がかなり大きくなっていることが判る。これに対して分散剤を用いたもの(写真-2)は凝集した固まりがかなり少なくなっており、分散剤の効果があることが判る。しかしながら一部にはまだ凝集した粒子が見受けられる。分散剤を用いた上に超音波振動を付与したもの(写真-3)は更に凝集した固まりが少なくなっており超微粒子セメントの粒径イメージにより近くなっていることが確認される。

4. セメントグラウトの浸透性確認試験

図-2 に浸透性確認試験の概要を、表-1 に試験条件を示す。混練したセメントグラウトを圧力容器に入れて加圧し、超音波分散装置を通したセメントグラウトと超音波なしのセメントグラウトを $50\text{mm}\times\text{L}1000\text{mm}$ の円筒モールドの模擬地盤に注入し、浸透時間、浸透長を測定した。

図-3 に浸透性確認試験結果を示す。分散剤を使用しないケースでは、超音波有りの方がやや浸透性に勝る結果となったが、最終的には両者とも模擬地盤を全浸透することができず約 $75\text{cm}\sim 78\text{cm}$ で止まってしまった。分散剤を使用したケースでは、超音波を使用しない場合でも約 9分30秒で模擬地盤を全浸透した。更に超音波を使用した場合、約5分で模擬地盤を全浸透しており、明らかに浸透性が向上していた。

5. まとめ

今回の試験により、以下のことが確認された。

- (1)セメントグラウトに対して分散剤(無機系)を使用した場合、分散が不十分で一部に凝集したセメント粒子の固まりが見られたが、超音波振動を付与することにより超微粒子セメント本来の粒度に近いような分散効果が得られることが確認された。
- (2)超音波振動と分散剤の併用により、セメントグラウトの浸透性が大幅に改善されることが確認された。しかし分散剤を使用しない場合、超音波振動の有無によるセメントグラウトの浸透性は僅かしか差が無かった。

本検討では、一般に用いられている有機系の分散剤ではなく無機系の分散剤を使用している。分散性能では有機系分散剤の方が勝っているが、注入された材料の長期的な安定性を考えた場合には有機系の材料の使用は好ましくない。今後、地盤環境的側面から注入材料に有機系の材料を使用しないニーズが増加すると考えられ、その場合、本検討で用いた超音波振動によるセメント粒子の分散手法は非常に効果的である。

今回実施した試験では注入圧力を 0.1MPa としたが、実際の注入工事においては更に高圧で注入を行うことも多い。今後は高圧注入時におけるセメント粒子の分散性に対する超音波振動の効果を確認する試験等を実施する予定である。

<参考文献>

- 1) 鈴木哲也ほか：超音波振動を付与した岩盤注入用懸濁グラウトの特性、土と基礎、Vol.47 No.3、P5、1999.

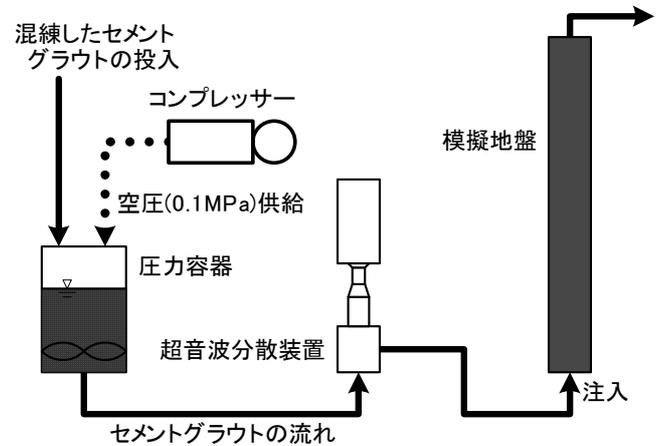


図-2 浸透性確認試験の概要

表-1 試験条件

水/セメント比	400%
分散剤	りん酸塩系無機分散剤
注入圧力	0.1MPa
模擬地盤	ガラスビーズ
	透水係数 約 $2.9 \times 10^{-2}\text{cm/sec}$

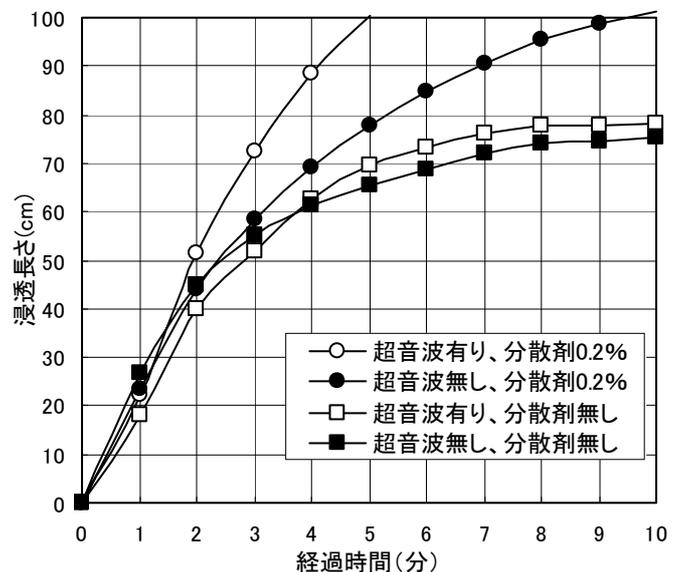


図-3 浸透性確認試験結果