

超微粒子セメントグラウトの浸透性に及ぼす粒度分布の影響

太平洋マテリアル 正会員 ○礒田英典

同上 吉田了三

同上 福山 誠

1. はじめに

セメント系懸濁液型グラウトの浸透性に関する研究は、注入対象地盤の土質性状、グラウト配合や施工方法等を変化させた場合の現象面の報告が多く、超微粒子セメントの粒度分布に関する研究は少ない¹⁾。

本実験は、試料砂として豊浦砂を用い、粒度分布の異なる4種類の超微粒子セメントグラウトを自然流下浸透試験（ $\phi 50\text{mm} \times L160\text{mm}$ ）および長尺モールド（ $\phi 50\text{mm} \times L1000\text{mm}$ ）による次元加圧注入試験で評価を行い、超微粒子セメントの粒度分布と浸透性および一軸圧縮強さとの関係について検討したものである。

2. 試料および実験方法

2-1. 試験試料

試験に用いた4種類の超微粒子セメントの粒度分布、試料砂の物理特性ならびに試料砂に対するグラウタビリティー比（以下、GR比と称す）を表-1に示す。

表-1 超微粒子セメントおよび試料砂の物性

豊浦砂	密度 (g/cm^3)	D_{15} (μm)		D_{60} (μm)		長尺モールド透水係数 (cm/sec)	
	2.63	150		250		$1.8 \pm 0.01 \times 10^{-2}$	
超微粒子セメント	密度 (g/cm^3)	G_{30} (μm)	G_{50} (μm)	G_{85} (μm)	ブレーン比表面積 (cm^2/g)	グラウタビリティー比 (D_{15}/G_{85})	
試料A	3.00	1.5	2.4	5.1	11000	29.4	
試料B		2.0	4.0	13.6	9200	11.0	
試料C		2.3	3.6	6.2	9000	24.2	
試料D		2.5	3.7	6.2	7700	24.2	

2-2. 実験方法

(1) 自然流下浸透試験

内径50mmの亚克力製円筒モールドに豊浦砂を砂層長160mm、間隙率40.0%となるように充填し、自然流下浸透試験用のモールドを作製した。超微粒子セメントグラウトには、作液直後および30分経過後のセメント懸濁液（W/C=300%、ナフタレンスルホン酸系分散剤；C×1質量%）を200ml採取してモールドに流し込み、セメント懸濁液の通過時間と浸透長を計測した。

(2) 次元加圧注入試験

図-1に次元加圧注入試験の概略図を示す。内径50mm、長さ1000mmの亚克力製長尺モールドに豊浦砂を間隙率39.0%となるように充填した。また均等に注入することを目的とし、モールドの両端にフィルター材（珪砂4号）を40mmずつ設けた。注入試験に先立ち、水で飽和させ透水係数を測定した。注入試験は超微粒子セメント懸濁液（W/C=300%、ナフタレンスルホン酸系分散剤；C×1質量%）を98kPaの一定圧力で注入し、注入開始から20分経過あるいは、セメント懸濁液の排出量が10ml/min未満となった時点を終了とし、超微粒子セメント懸濁液の総排出量を注入量として測定した。

キーワード；超微粒子セメント、粒度分布、浸透性

連絡先 ；太平洋マテリアル 千葉県佐倉市大作2-4-2 TEL 043-498-3921 FAX 043-498-3925

（３）一軸圧縮試験用供試体の作製

内径50mm、長さ220mmの亚克力製短尺モールドに豊浦砂を間隙率39.0%となるように充填し、モールドの両端にフィルター材（珪砂4号）を40mmずつ設けた。注入は前項と同様に行い、設定間隙の1.2倍の超微粒子セメント懸濁液を注入した。

硬化した後、モールドより脱型して直径50mm×高さ100mmに成型し、一軸圧縮試験用供試体とした。養生は20℃恒温室内で行い、一軸圧縮試験は材齢7日および28日で実施した。

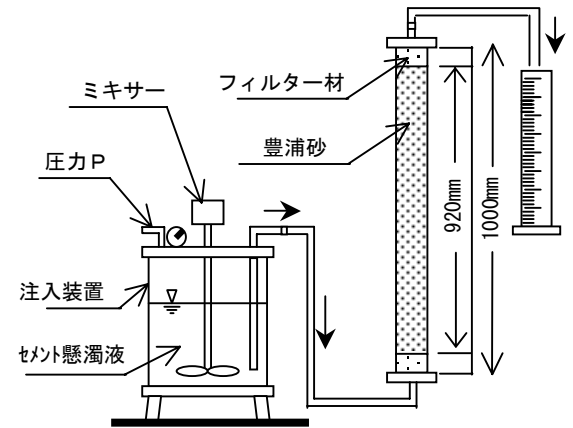


図-1 一次元注入試験概略図

表-2 自然流下浸透試験結果

試料名	作液直後		30分経過後	
	通過時間	浸透長	通過時間	浸透長
試料A	不通過	14.0cm	不通過	13.5cm
試料B	不通過	2.0cm	不通過	1.0cm
試料C	2分5秒	16.0cm	2分12秒	16.0cm
試料D	1分35秒	16.0cm	1分42秒	16.0cm

表-3 一次元加圧注入試験結果

試料名	透水係数 (cm/sec)	注入量	浸透長
試料A	1.80×10^{-2}	410ml	53.5cm
試料B	1.81×10^{-2}	55ml	6.0cm
試料C	1.80×10^{-2}	1580ml	92.0cm
試料D	1.79×10^{-2}	1740ml	92.0cm

3. 実験結果と考察

自然流下浸透試験の結果を表-2に示す。試料AおよびBは、セメント懸濁液が不通過であり、試料Bはほとんど浸透しない結果となった。一方、試料CおよびDは、作液から30分経過後においてもセメント懸濁液の通過が確認された。また試料Dの方が通過時間が短く、浸透性が良好な結果となった。

一次元加圧注入試験の結果を表-3および図-2に示す。注入量は試料D>試料C>試料A>試料Bの順となった。試料AおよびBは長尺モールド内の間隙水のみが排出され、セメント懸濁液の排出は認められなかった。一方、試料CおよびDは、セメント懸濁液の通過が確認され、注入開始より20分間セメント懸濁液の排出が継続し、浸透注入が良好に行われた結果となった。

注入固結砂の一軸圧縮強さの結果を表-4に示す。試料Bは注入不可であったため、供試体を作製することができなかった。材齢7日の一軸圧縮強さは、試料A>試料C>試料Dの順となった。これは材齢初期の強度発現性が各超微粒子セメントの微粒子含有量に起因するものと考えられる。しかし、材齢28日ではいずれの試料もほぼ同程度の強度となることが明らかとなった。

以上の結果より、超微粒子セメントの浸透性は、試料D>試料C>試料A>試料Bと判断された。浸透性の最も低い試料Bは、GR比が11であるため、注入可否判定ライン上にあり、既往の文献と一致する。しかし、GR比が最も高い試料Aの浸透性が劣るのは、比表面積が10000cm²/g以上であり、微粒子含有量が多く懸濁液中で凝集し、分散性が低下したためであると考えられる。一方、試料CおよびDの浸透性が優れているのは、他の2試料と比較して微粒子および粗粒子の含有率が低く、試料Dはさらに試料Cよりも微粒子含有率が低いため、最も浸透性が優れた結果になったものと考えられた。

したがって、従来より懸濁液型グラウトの浸透性の判定に用いられているGR比あるいはブレン比表面積では判断できない、浸透性を飛躍的に改善する最適な粒度分布の存在を示しており、今後さらに詳細な検討を行っていく予定である。

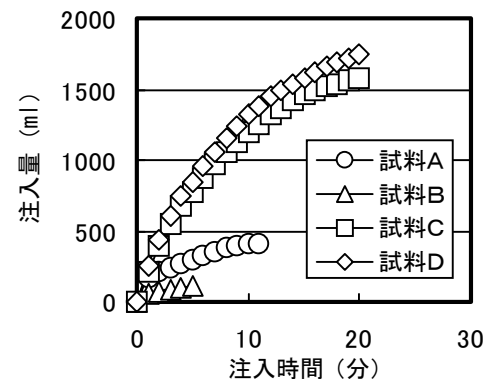


図-2 注入時間と注入量の関係

表-4 注入固結砂の一軸圧縮試験結果

試料名	一軸圧縮強さ (N/mm ²)	
	材齢7日	材齢28日
試料A	2.6	6.6
試料B	—	—
試料C	2.2	6.5
試料D	1.7	6.3

【参考文献】1) 森 他；超微粒子セメント注入材の浸透限界に関する実験的研究，第25回土質工学研究発表講演集，710，PP1905～1908