

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（その2）

太平洋マテリアル 正会員 ○磯田英典
同上 吉田了三

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とグラウト温度に関する研究は少ない¹⁾。

本実験は、前報に引き続き試料砂として豊浦砂を用い、粒度分布の異なる3種類の超微粒子セメントを各グラウト温度に調整し、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（ $\phi 50\text{mm} \times L1000\text{mm}$ ）による一次元加圧注入試験で評価を行った。これにより各グラウト温度における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3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		1.6 ± 0.05 × 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		2.3	3.6	6.2	9000	24.2
試料C		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。試験開始時のモールドの温度は20℃とし、5℃、20℃および30℃に調整したセメント懸濁液（W/C=300%、ナフタレンスルホン酸系分散剤；C×1.0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を計測した。なお5分経過しても通過しない場合は、その時点で測定終了とした。

(2) 一次元加圧注入試験

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、20℃の水で飽和させ透水係数を測定した。注入試験は5℃、20℃および30℃に調整した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×1.0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。なお一次元加圧注入試験の概略図は、前報を参照されたい。

(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

キーワード；超微粒子セメント、粒度分布、グラウト温度、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

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℃恒温で行い、一軸圧縮試験は材齢 3 日、7 日および 28 日で実施した。

3. 実験結果と考察

自然流下浸透試験の結果を図 1 に示す。試料 A は、いずれのグラウト温度においてもセメント懸濁液が不通過であった。一方、試料 B および C は、セメント懸濁液の通過が確認され、試料 B よりも試料 C の通過時間が短く浸透性が良好な結果となった。またグラウト温度については、20℃が最も通過時間が短く、5℃および 30℃は 20℃よりも若干、通過時間を要する傾向を示した。

一次元加圧注入試験の結果を図 2 に示す。注入量は試料 C > 試料 B > 試料 A の順となった。試料 A は、セメント懸濁液の排出は認められなかった。一方、試料 B および C は、セメント懸濁液の通過が確認され、浸透注入が良好に行われた。グラウト温度の影響については、自然流下浸透試験と同様に 20℃が最も浸透性が良い結果となり、試料 B および C は、30℃よりも 5℃の浸透性が低い結果となった。ナフタレンスルホン酸系高性能減水剤を添加したモルタルおよびペーストの既往の研究²⁾では、低温時の分散性・流動性が高温時よりも低いという報告もある。本報告との水セメント比およびブレン比表面積等の違いはあるが、一致する結果も得られた。しかし、不明な点も多く今後の検討課題としたい。

注入固結砂の一軸圧縮強さの結果を図 3 に示す。材齢 7 日までの一軸圧縮強さは、試料 A > 試料 B > 試料 C 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。一方、グラウト温度の影響については、材齢初期にグラウト温度が低い方が、強度発現性がやや低い傾向を示すが、材齢 28 日ではグラウト温度の影響は小さく、ほとんど影響ないものと考えられる。

以上の結果より、超微粒子セメントの浸透性は、試料 C > 試料 B > 試料 A と判断された。いずれの試料も GR 比が 15 以上（浸透可能）であるが、最も GR 比が高い試料 A の浸透性が劣る結果となった。これは、ブレン比表面積が 10000cm²/g 以上であり、微粒子含有量が多いために懸濁液中で凝集して分散性が低下し、目詰まりによる砂粒子間隙の閉塞を招いたためと推察された。一方、試料 B および C の浸透性が優れているのは、微粒子の含有率が低く、試料 C はさらに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。また注入時のグラウト温度は、少なくとも浸透性に影響を及ぼしており、低温時に浸透性が低下する傾向を示した。

最後に、超微粒子セメントの浸透性に及ぼす粒度分布およびグラウト温度の影響を総合的に判断すると、試料 C が最も優れた結果を示した。したがって、従来から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いる。

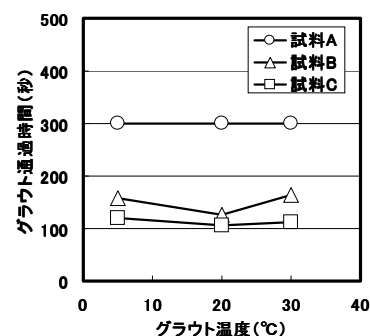


図1 自然流下浸透試験結果

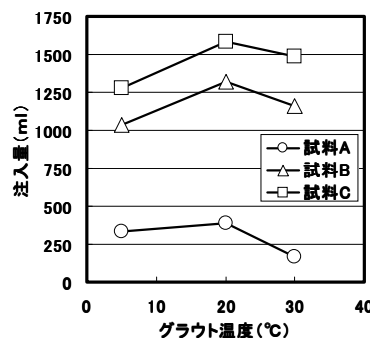


図2 一次元加圧注入試験結果

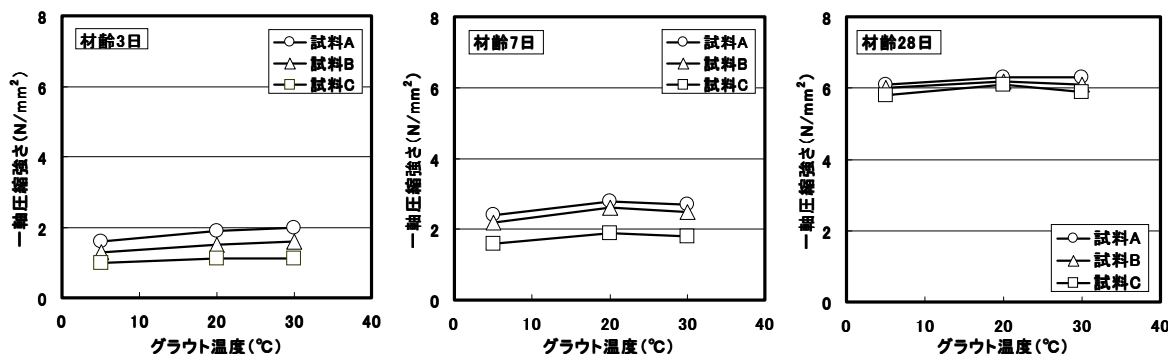


図3 注入固結砂の一軸圧縮試験結果

- 【参考文献】 1) 森 麟, 田村昌仁, 青木康司, 第 25 回土質工学研究発表講演集, 710, pp1905~1908, 1990
 2) 名和豊春, 大久保正弘, 江口仁, セメントコンクリート論文集, No. 45, pp110~115, 1991