

VI-84

大深度シールド掘進用加泥材の開発
—— PMF スーパー加泥材の耐水圧実験結果 ——

日本電信電話(株)フィールドシステム 研究開発センタ

同 上

同 上

日本電信電話(株)関西支社

正会員 ○石本 弘治

正会員 栗林 恭嗣

赤木 隆司

正会員 西野龍太郎

1.はじめに

従来、土圧系シールド工法で滞水砂層や砂礫層を掘進する場合、掘削土に適度な塑性流動性と止水性を付与するため、ベントナイト、粘土（陶土）を主成分とした加泥材を切羽前面より注入し、土圧、水圧に対抗させながら掘進させる。高水圧下での施工は、より高濃度な加泥材が要求されるが、高濃度加泥材では高粘性となり切羽への負担増や掘削土と均一な練り混ぜが困難となるほか送泥性等に問題が生じる。

NTTフィールドシステム研究開発センタでは、製紙工場から廃出される廃棄物と石炭灰（フライアッシュ）と言う、いわゆる産業廃棄物を有効利用し、運搬性に優れ再利用が容易な掘削土が得られる高濃度、低粘性型の土圧系シールド掘進用加泥材（以下PMF スーパー加泥材と呼ぶ）の開発に取り組んできた。

本報告は、加圧透水試験で確認されたPMF スーパー加泥材の耐水圧性能について述べるものである。

2.使用材料の特性

火力発電所から発生する石炭灰（フライアッシュ）の粒度分布は、粉末粘土に酷似しており従来の粘土と同様に細粒分を補給する目的で配合した。また粒子はガラス質で球状を呈しており加泥材の粘性低下の効果が得られた。

PMF®（Paper Micro Fiber）は、製紙工場から排出される廃棄物を脱水乾燥し、粒度を調整したもので、その組成を図-1に示す。PMF®に含まれる微細繊維質により注入した細粒分が、水圧により流出しにくくなる「フィルタ効果」が発揮されるほか、土粒子に絡み合う「コネクタ効果」が発現し土粒子間に適度な結束力を与え、排土の改善が可能となる。

加泥材は、懸濁液の一種であり分散剤（水）を介して分散質（土粒子）間にVan der Waals 引力と粒子表面電荷に基づく静電反発力が作用する。この引力と反発力の優劣関係が、分散質の凝集形態を支配する要因と考えられる。Van der Waals 引力は既定であるが、粒子間表面電荷は、イオンを吸着させることにより人為的操作が可能であり、アルカリ塩類により多価イオンを吸着させることにより、粘性低下効果を確認され表-1に示す高濃度、低粘性加泥材を得ることができた。

バルブ繊維分	48%	粘土分	32%	水分	20%
--------	-----	-----	-----	----	-----

図-1 PMF®の組成

表-1 PMFスーパー加泥材と従来加泥材の比較

	PMFスーパー加泥材	従来型加泥材
配合 (m^3)	ベントナイト 25kg フライアッシュ 640kg PMF® 160kg 水 540ℓ 助剤	ベントナイト 150kg 粘土 460kg 水 760ℓ
粘度(cp)	1,500	8,000~10,000
フロー値 (cm)	25	15

3. 試験方法

(1) 使用砂

試験土は、霞ヶ浦産の川砂を用い、シルト以下の含有量（バインダ分）を0％に調整した。図-2に試料土の粒度分布を示す。

(2) 試験方法

図-3に示す加圧透水試験機に加泥材を混ぜた試料土を入れ、従来型加泥材とPMFスーパー加泥材の耐水圧性能を相対比較し評価する。

この試験機は、最大10kgf/cm²まで水圧をかけることができ、水圧を高めていくと、ある圧力で水圧に耐えられず試料土の細粒分が押し流されると同時に、砂分以上の粒径をも引っ張り、水とともに噴出する。この時の水圧を耐水圧とする。

(3) 試験結果

従来型加泥材とPMFスーパー加泥材の耐水圧性能を図-4に示す。従来の加泥材は、バインダ率12～15％で耐水圧が最高となりその時の水圧は、約3kgf/cm²であった。また同様にPMFスーパー加泥材の場合は、バインダ率25％で10kgf/cm²の水圧でも試料土が噴出することはなかった。

4. 考察

本実験結果は、次のとおりまとめられる。

(1) 従来型加泥材の耐水圧が、バインダ率12～15％と低率で3kgf/cm²しか記録しなかったのは、加泥材中の水分量が多く試料土の含水比が高くなり、形成された難透水層が流動化状態にあり注入量を増すほどその傾向が、顕著になるためである。

(2) PMFスーパー加泥材を練り混ぜた試料土が、10kgf/cm²の水圧でも噴出しなかったのは、高濃度、低粘性型であり、多量の細粒分を補給できたほか、PMF®の微細繊維質が、土粒子間の結合力を助長する「コネクタ効果」、繊維層が加圧され細粒分が流出しにくくなる「スクリーン効果」が発揮されたものである。

5. おわりに

PMFスーパー加泥材を用いることにより高深度トンネルを安全に経済的に築造できるものと考えられる。今後実現場で使用し、改良を加え、適用拡大に努めたい。

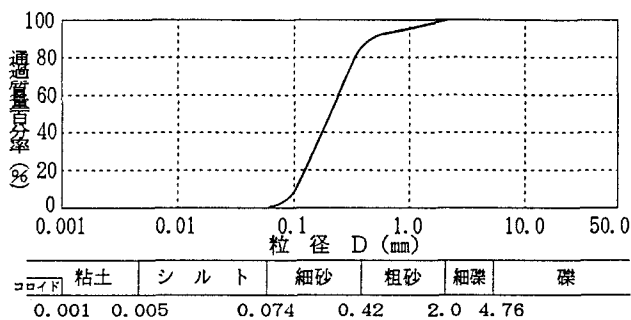


図-2 試料土の粒径加積曲線

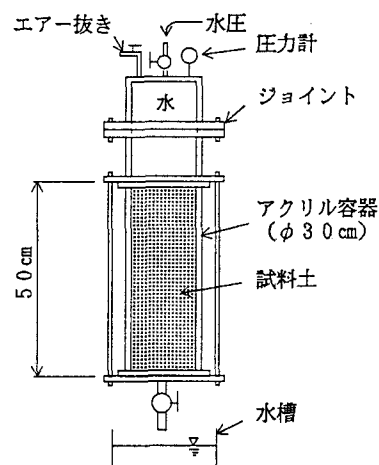


図-3 加圧透水試験機

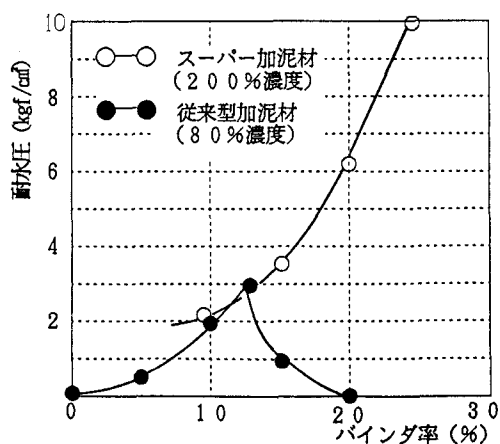


図-4 耐水圧性能