

VI-183

圧送排土方式における新滑材の開発

NTTアクセス網研究所 正会員 石本 弘治
坂田 義人
大明株式会社 田中 克佳

1. はじめに

NTTでは、電話帳などの古紙を再生するときに発生する製紙汚いを使ったりサイクル材PMF (Paper MicroFiber) を加泥材として用いたPMFスーパーシールド工法を開発した。この工法は、微細紙繊維により良好な掘削土砂（固結状態）に改良するため、特に土圧系シールド工法の適用が困難であった高水圧砂礫層には有効であることをこれまでに報告した。

本文は、この工法において排出される良好な掘削土砂の性状を変えることなく立坑までパイプ圧送排土させ、土砂の運搬性向上を図ることができる圧送用滑材の開発についての報文である。

2. 新しい圧送用滑材

一般に圧送排土方式では、土砂と配管内面との摩擦低減のため潤滑材として水が使用される。注水によって土砂に必要な以上の流動性（土砂泥状）を与え最悪時には、土砂分離現象を起こし管内閉塞により施工ができなくなる場合がある。

そのため、過去に土砂泥状の防止を目的として、ベントナイトおよび市販の粘性剤を潤滑材として使用を試みたが、土質および圧送距離の適用範囲を広げるまでは至らなかった。

筆者らは、この問題を解消するため、新たにアクリル酸系の高分子基剤と分散性を高めるグルコン酸塩を調剤した新しい圧送排土用潤滑材を開発した。

この新滑材は、高分子基剤により掘削土砂の水分を吸収・凝集して土砂の泥状化防止と圧送管内面の鉄（金属イオン）と接触することにより優れた圧送効果を発現することを別の実験により確認している。

3. 新滑材による圧送性能確認実験

表-1 各実験場所での条件

実験場所	アクセス網研究所	福岡	東京	横浜
圧送距離	70m	234m	400m	420m
圧送管径	6インチ	6インチ	8インチ	10インチ
圧送土砂	砂質土(川砂)	砂礫土	砂質粘性土	シルト質粘土
圧送前含水比	(PMF加泥材添加) 2.0%	(PMF加泥材添加) 17.2%	(PMF加泥材添加) 30.9%	104.8%
圧送ポンプ	ピストン式 (丸矢工業)	ピストン式 (ラサ工業)	ピストン式 (丸矢工業)	ピストン式 (三菱重工業)
最高吐出圧力	6.0 kgf/cm ²	6.0 kgf/cm ²	6.0 kgf/cm ²	6.3 kgf/cm ²

(1) 実験概要

新滑材使用時の土砂性状の変化を検証するために、研究所内で模擬実験を行った後、実工事現場において掘削土砂および圧送管管径別の土砂性状変化と圧力損失を測定した。

表-1に各実験条件を示す。なお、圧送土砂分類は、地山の土質を示す。

表-2 新滑材使用時の土砂性状変化

	砂質土 (A網研)		砂礫土 (福岡)		砂質粘性土 (東京)		粘性土 (横浜)	
	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後
スランプ値 cm	0.5	0.5	5.1 (4.8~5.4)	9.5 (6.6~9.4)	3.5 (0~7)	3.5 (0~7)	3.5 (3.5~5.0)	3.5 (3.5~4.0)
含水比 %	17.1	17.6	22.6	23.5	21.5 ~29.7	27.6 ~37.4	104.6	104.7
(地山含水比)	(2.0)		(12.9~21.5)		(20.4~38.7)		(104.2~105.4)	

(2) 実験結果

①土砂性状

表-2に土砂性状の変化を示す。圧送前後のスランプ値の変化は、砂質土、砂質粘性土および粘性土で5 cm以内であった。砂礫土においては、10 cm以内であった。

いずれの場合も土砂分離を引き起こす含水比の増加は認められなかった。

つぎに、新滑材濃度別のスランプ値変化を図-1に示す。測定値は、含水比の高い粘性土におけるものである。新滑材の濃度が高いほど吸水効果が高くスランプ値の変化が少ないことが判る。

配管内土砂の状態を配管接続作業の際に調べた。その結果、配管内の土砂は、中央部が締まって外周部約1 cmは適度な軟らかさのプラグ状態で、土砂と配管との間に新滑材の膜が形成されていることを確認できた。

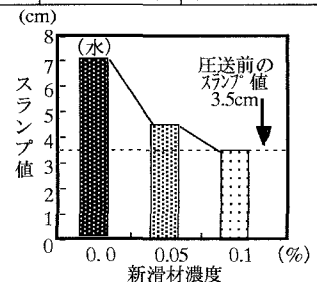


図-1 水・SPA濃度別スランプ値

②圧力損失

図－2は、粘性土における新滑材の濃度別の圧送管内圧変化を示したものである。新滑材の濃度0.1%のとき最も圧力損失が低かったが、0.05%濃度のときは水より高くなった。それは、新滑材が土砂内部の水分を保持するために消費されて、滑材膜が形成されないため滑材効果が発現しなかったものと考えられる。したがって、排土の含水比により最適な滑材濃度を決定する必要があるものと考えられる。

図－3に滑材の違いによる圧力損失値を示す。新滑材は、水よりも20%～50%圧力損失を低減させることが明らかとなった。

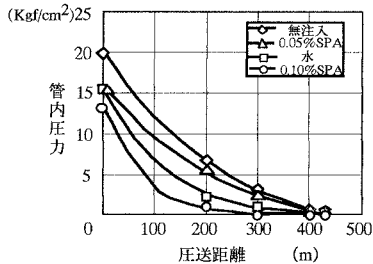


図-2 滑材濃度別の管内圧力変化

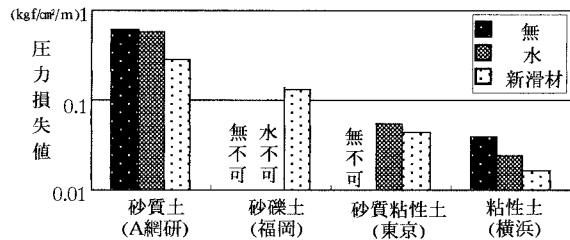


図-3 滑材別各土質の圧力損失値

4. 圧送性能の分析

(1) 滑材の濃度と注入率

表－3は、最小のポンプ圧となる各実験から求めた土質別の新滑材濃度と注入率を示したものである。濃度は水に対するアクリル酸系高分子基剤とグルコン酸塩の総和の重量部であり、注入率は圧送土砂に対する滑材の体積百分率である。圧送時のおよその目安とすることができる。

表－3 新滑材の使用濃度と注入率

	砂礫土	砂質土	砂質粘土	粘性土
注入濃度 (%)	1.0~0.5	0.3	0.5~0.2	0.1
注入率 (%)	7~3	7	7~3	2

(2) 水と新滑材の圧送性能比較

圧送可能距離を実験工事で得られた圧力損失値により次式により求め、その結果を図－4に示す。

$$\text{圧送可能距離 } L = P_p / \Delta P$$

ここに、

P_p …ポンプの運転常用吐出圧30kgf/cm²（公称最大吐出圧の50%）

ΔP …圧力損失（8インチ管換算）

(3) 新滑材使用時の土質と圧送可能距離の関係

実験で行われた土砂の単位体積重量と圧送距離の関係を、図－5に示す。これまで圧送距離は、細粒土含有率が大きな要因と考えられていたが、新滑材による圧送排土時における圧送性能は、排土の単位体積重量との関係が強いと言える。これは、土砂内の含水量の増加を抑制させ、圧送中の土砂を固化化したプラグ状態で圧送できるため、圧送に必要な力は運動摩擦係数よりも排土の単位体積重量に影響されるためと考えられる。

事前に圧送可能距離を推定することは、これまでの工法において、土砂と水が分離するため難しかった。今回開発した新滑材を用いることにより、圧送可能距離を図－5に示す回帰線により推定することが可能となった。

(4) まとめ

新滑材を用いることにより、つぎの効果が得られることがいえる。

①従来困難とされてきた砂礫土、砂質土において新滑材使用の場合、十分な圧送性が期待できる。

②粘性土においては、従来の距離の約1.5倍の長距離化が実現可能。

③排土を軟弱化させないため、トラックによる土砂運搬が容易となる。

今後、更に改良を加え効率の良い圧送排土方式を確立する予定である。

《参考文献》『アバンティテック』推進会議 技術研究発表会論文集 pp425-434 .1993

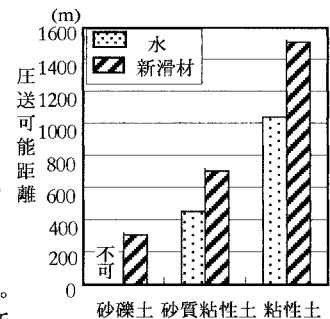


図-4 滑材別圧送可能距離

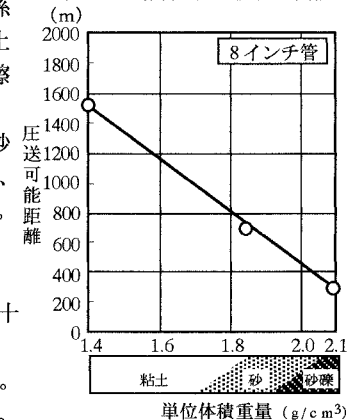


図-5 土砂の単位体積重量と圧送可能距離の関係