

## VI-96

## 粘性土の流体輸送時の溶解に関する基礎実験

|               |     |      |
|---------------|-----|------|
| 戸田建設(株)       | 正会員 | 清水義治 |
| (財)下水道新技術推進機構 |     | 篠田康弘 |
| (財)下水道新技術推進機構 |     | 小林卓矢 |
| 戸田建設(株)       |     | 吉田 英 |

## 1. はじめに

建設産業は、我が国の資源利用の約 50%を建設資材として消費する一方で産業廃棄物全体の最終処分量の 40%を超える量を建設廃棄物として最終処分しており、地球環境保全のため「資源循環型社会」の構築が求められている。現在、シールド工から発生する掘削土は一般的に泥土圧式および泥水式の二次処理土は産業廃棄物として処分する必要がある。このためシールド工事からの建設廃棄物を減量化するには泥水式シールド工法で一次処理することが必要となる。そこで著者らは従来、大半が二次処理に回っていた粘性土層において地山を出来るだけ固形状態で切り出し、振動篩等で分離し、一次処理することにより産業廃棄物を低減することを提案した。

一次処理土としてより多く回収するには、シールド掘進機において固形状態で切削された粘土塊を流体輸送中、すなわち排泥管及び排泥ポンプ内で出来るだけ溶解させないことが重要である。そこで本稿では溶解防止技術の開発のために行った流体輸送基礎実験について報告する。

## 2. 実験概要

実験はポンプ通過時の溶解量を測定するポンプ通過実験と、配管内の流体輸送中の溶解量を測定する長距離輸送実験の2種類を行った。それぞれの実験概要図を図-1に示す。配管は呼び径 100mm(4 インチ)の SLP 軽量鋼管を使用した。

ポンプ通過実験はスラリーポンプの直前の固形物投入口1から粘性土の供試体を投入、配管内輸送の影響が出来るだけないようにポンプ通過直後に回収する配管とした(配管1)。ポンプ通過時に破碎された供試体については1cm以上のものを回収した。また、ポンプのインペラは2枚、4枚のものを使用し、比較を行った。

長距離輸送実験はスラリーポンプ直後の固形物投入口2から供試体を投入し、ポンプを通過させずに約300m輸送後(配管2)に回収、計量し、回収された供試体を再投入する工程を繰り返すことで長距離輸送とした。

使用した粘性土の物性値を表-1に示す。それぞれの粘性土を地山の状態で3cm,5cmの立方体に整形し、供試体を作成した。なお、実験結果は同一条件の実験を3回行った平均の回収率を示す。回収率は実験前後の供試体の重量比とした。(回収率=回収重量/実験前重量)

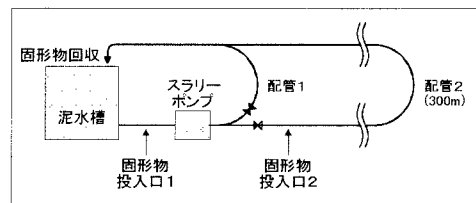


図-1 実験概要図

表-1 使用した粘性土の物性値

|         | 一軸圧縮強度<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 粒度構成(%) |      |      |      | 含水比<br>(%) |
|---------|----------------------------------|---------|------|------|------|------------|
|         |                                  | 礫       | 砂    | シルト  | 粘性土  |            |
| 粘性土No.1 | 0.4                              | 0.6     | 29.0 | 36.0 | 34.4 | 37.3       |
| 粘性土No.2 | 0.6                              | 0.4     | 41.6 | 31.1 | 26.9 | 36.5       |
| 粘性土No.3 | 8.5                              | 0.0     | 0.7  | 52.0 | 47.3 | 64.1       |
| 粘性土No.4 | 25.0                             | 0.0     | 7.8  | 69.0 | 23.3 | 30.4       |

キーワード 泥水式シールド、固形回収、流体輸送、溶解

連絡先 (東京都中央区京橋 1-7-1 TEL 03-3535-1585 FAX 03-3567-4852)

### 3. 実験結果および考察

ポンプ通過実験の回収率を図－2に示す。

いずれの土質の場合も 5cm よりも 3cm の供試体の方が回収率が高くなっており、供試体が大きいくほどポンプ内でインペラに衝突する確率が高く、破碎されやすいことがわかる。また、インペラの形状は 4 枚羽根よりも羽根の間隔が広い 2 枚羽根の方が回収率が高くなっている。

強度が高い(粘性土No.4)、または強度は低くても可塑性が高い(No.1)土質が回収率が高く、強度が低く砂分が多い(No.2)土質はインペラ衝突時に粉碎し易く回収率が低くなっている。

次に長距離輸送実験の 1km 輸送後の回収率を図－3に示す。

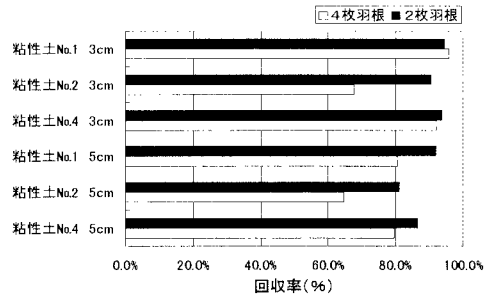
いずれの土質の場合も 3cm よりも 5cm の供試体の方が回収率が高く、体積に対する比表面積が小さいほど溶解に対して有利である。また、管内流速が高い方が回収率が高く、特に 3cm の供試体で顕著であり、限界沈殿流速以上で輸送することが有効である。1km 輸送後の回収率は 3cm の供試体で 5～7 割、5cm で 7～8 割程度となっている。粘性土No.3 の 5cm の供試体の実験前の写真を写真－1 に、1200m 輸送後を写真－2 示す。

このように配管内を 1km 流体輸送するだけで 2～5 割溶解し、実際の工事ではその間に排泥ポンプが 3～4 台設置されるため、さらに溶解量が増加する。そのため一次処理土量を増加させ、産業廃棄物となる二次処理土量を減少させるには溶解防止技術が重要となる。

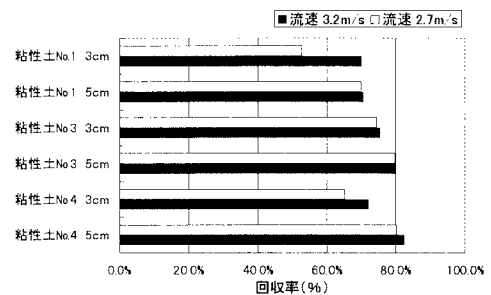
### 4. まとめ

流体輸送中に固形物の溶解を防止するには、シールド掘進機で出来るだけ大きい寸法、比表面積が小さい形状で切り出すこと、管内流速を高くすることが有効であることがわかった。しかし、ポンプ内では固形物が大きいくほど溶解率が高くなるため、総合的な溶解対策が必要となる。また、2 枚羽根のインペラの有効性は確認されたが、揚程が約 2 割減少するためポンプの台数が増加する問題がある。

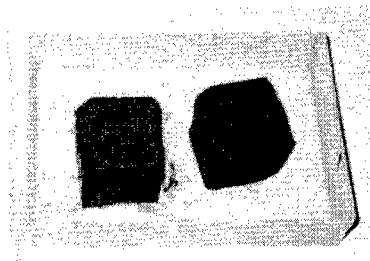
そこで、今後は①インペラの形状、羽根数の再考、②溶解防止剤の開発、③配管内面の粗度係数による影響、④ポンプ内、配管内の総合的な流体輸送上の最適寸法等の課題を検討し、追加実験を行ったうえで効果が確認され次第、実際の工事で実証していく予定である。



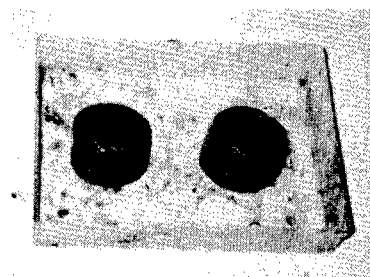
図－2 ポンプ通過実験結果



図－3 長距離輸送実験(1km 輸送後)



写真－1 実験前



写真－2 1200m 輸送後