

VI-29

小口径推進工法における圧送排土特性に関する一考察

——粘性付与材を中心として——

NTT関西支社

高木克典

正会員 澤橋剛志

NTT筑波技術センタ

宮武昌志

1. はじめに

近年、都市内の管路工事においては、地域環境保全等の観点から開削によらない埋設工法の必要性が高まってきており、各種の小口径推進工法が開発されている。従来の工法は、適用土質、推進距離、曲線施工等に制約があり、複雑な地盤や長距離推進に当たっては、排土能力の低下及びカットトルク・元押推力の上昇に伴う推進能率の低下を余儀なくされているのが現状である。

今回、加泥型土圧系シールド掘削排土システムを応用した方式により、粘性土から滞水砂礫までの互層地盤で長距離推進工事を実施した。（表－1に本システムの主要諸元を記す。）

本報告は、これらの実工事例をもとに粘性付与材を中心として、小口径推進工法における圧送排土特性について考察したものである。

2. 土質及び工事概要

(1) 土質概要

推進土層は、N値が8～17の礫混じり砂質土を主体としており、一部N値が1～5の軟弱粘性土を介在している互層地盤である。礫混じり砂質土の地下水位は0.1～0.3 kgf/cm²、透水係数は 1.5×10^{-2} ～ 5.1×10^{-3} cm/sec、均等係数は4～15程度となっている。

なお、表－2に工区別の土質概要を示す。

(2) 工事概要

工事概要は、表－3に示すように最大推進長188m、最小曲率150m、最大土被り3.9mであり全工区とも上り勾配で施工した。

一方、本システムで必要な排土フロー値は10～20 cmであり、この時必要な泥水の初期粘度は10000mPasのため、表－4に示す配合で第3工区より推進した。

しかし、当該工区において推進中、圧送排土性状が悪くなり推進能率が低下した。

このため、圧送排土特性を改善することを目的として、粘性付与材の添加率について検討を行ったので、その結果を以下に述べる。

表－4 配合表（粘度10000mPas）

水	ベントナイト	陶土
100ℓ	18.5 kg	20.0 kg

表－1 主要諸元

マシン外径	装備トルク	装備推力	推進速度
φ335 mm	430kgf・m	120t	10cm/分

表－2 土質概要

工 区	1工区	2工区	3工区	4工区
主な土質	礫混り砂	礫混り砂	礫混り砂	礫混り砂
N 値	17	13	12	8
透水係数	1.53×10^{-2} cm/sec	4.50×10^{-3} cm/sec	5.13×10^{-3} cm/sec	4.12×10^{-3} cm/sec
地下水位	0.1 kgf/cm ²	0.3 kgf/cm ²	0.2 kgf/cm ²	0.2 kgf/cm ²
均等係数	11.4	9.5	4.0	15.4
礫含有率	47.9 %	39.5 %	23.6 %	46.8 %

表－3 工事概要

工区	1工区	2工区	3工区	4工区
距離	83m	180m	89m	188m
推進線形	平面	平面	平面	平面
	縦断	縦断	縦断	縦断
	R150	R400	直線	直線
	3.6%	0.2%	0.1%	0.3%
土被	1.5～3.7m	2.7～3.9m	2.6～3.2m	1.7～3.2m

3. 検討結果及び考察

(1) 粘性付与材の粘度に及ぼす影響

ベントナイト濃度と粘性付与材（以下パルプ繊維材という）の添加率を種々変化させて泥水の初期粘度特性に関する実験を行った結果、図-1の特性が得られた。この結果、当該地盤において泥水の粘度5000~12000mPa sを確保するためには、パルプ繊維材を2%程度添加すると有効であることが判明した。

(2) 地下水の粘度に及ぼす影響

滞水砂礫地盤における泥水は地下水によって希釈され、粘度が低下するものと想定される。

このため、希釈率を変化させ実験を行ったところ、図-2の結果が得られた。これより

①陶土のみを添加した場合は、希釈により急激に粘度が低下する。

②パルプ繊維材を2%添加した場合は希釈が10%程度発生しても5000mPa s程度の粘度を確保出来る。等のことが判明した。

4. 工事への反映結果

上記の実験結果をもとに、パルプ繊維材を2%添加して工事を行った結果、良好な圧送排土が可能となり推進能率が向上した。

図-3は第3工区において圧送排土が困難だった領域（陶土のみを添加）と、良好だった領域（パルプ繊維材を2%添加）について示したものであるが、パルプ繊維材の添加の有無により、以下のことが判明した。

①陶土のみでは地下水による希釈等の影響により、排土フロー値は大きくなり、圧送排土性状が悪くなる。

②パルプ繊維材を約2%添加すると、排土フロー値は10~20cm程度確保することができ、良好な圧送排土となる。

5. 今後の課題

滞水砂礫地盤における粘性付与材は、希釈抵抗性を有するパルプ繊維材を添加材として配合すると有効であることが判明した。しかし、本材料を多く添加すると、長距離圧送及び圧送ポンプの目詰まり等に問題が残るため、今後は、水の希釈に強く良好な圧送排土ができる材料の検討が必要である。

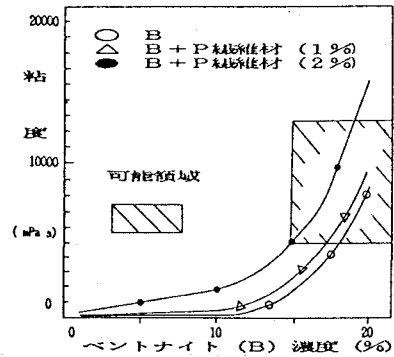


図-1 P繊維材添加率の相違による粘度の変化

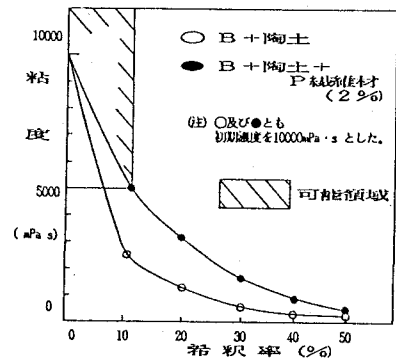


図-2 希釈率と粘度の関係

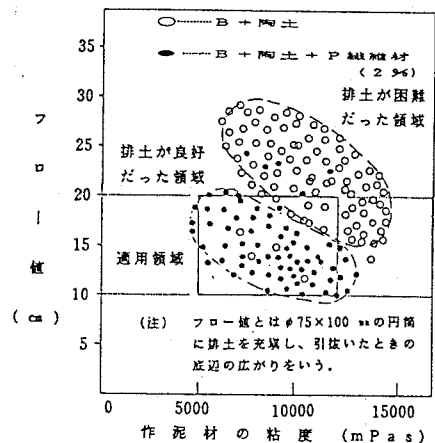


図-3 粘性付与材の粘度と排土フロー値との関係（工事実績）