

泥水式シールド工法における建設汚泥の発生抑制

- 近接施工の計測管理と粘性土の固形回収 -

○ 戸田建設（株） 正会員 田中 孝

戸田建設（株） 浅井 康彦

戸田建設（株） 小山 正幸

戸田建設（株） 香西 利幸

1. はじめに

都市部における上下水道，電気，ガス，通信等のライフラインの整備は，周辺環境への影響等に配慮してシールド工法が多用されてきた。しかし，近年，シールドトンネルは大深度，長距離，近接施工，立坑用地不足等，施工条件の厳しさが増す中，コスト縮減や環境負荷への軽減が求められている。

本報告は，送水管用トンネルを築造するために，私鉄操作場直下および道路橋基礎横を泥水式シールド工法で近接施工した際の計測結果および（財）下水道新技術推進機構が中心となって開発，研究を行っている「省面積立坑システム」の要素技術の1つである固形回収システムによる建設汚泥の発生抑制の取り組みについて報告する。

2. 工事概要

本工事は、東京都多摩地区の水道の相互融通、災害および事故時の対応能力の強化、効率的な施設の運用などを目的として、鑿水小山・南野・聖ヶ丘の3給水所を1500mmの送水管で結ぶ多摩丘陵幹線の一部を施工するものである。

工事名称：多摩市唐木田三丁目～南野三丁目地先間送水管（1500mm）用トンネル築造工事

発注者：東京都水道局

工事内容：泥水式シールド工法

シールド機外径 Φ2,480mm

セグメント内径 Φ2,150mm

掘進延長 1,498.3m

本工事の土質縦断図を図 - 1 に示す。掘削断面は、前半部分の約 1150m がシルト質細砂層（以下Ds層）、後半の約 350mが固結粘土層（以下Dc3層）で構成されている。N値は、Ds層30以上、Dc3層50以上で、粒度構成は、Ds層がシルト粘土20％・砂80％、Dc3層がシルト粘土99％・砂1％である。

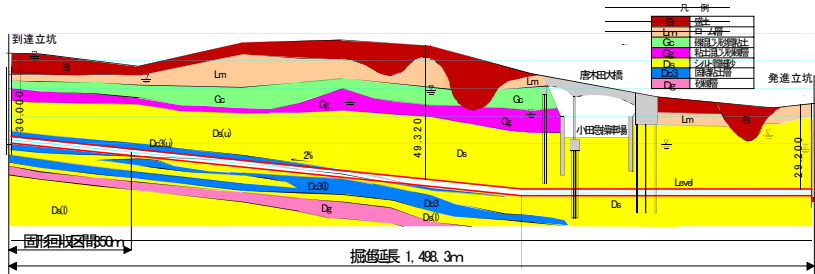


図 - 1 土質縦断図

3. 地盤変状計測管理

送水管用トンネルは私鉄操作場山留壁の直下5.1m，操作場地表面下17.4mおよび道路橋橋脚基礎脇1.8mを通過する。FEM解析による地盤変状の予測値は山留壁下端と操作場地表面で鉛直方向-0.14mm，橋脚基礎で水平方向0.02mmであったため補助工法なしによる施工とした。管理者との協議の上設定した計測管理値および計測結果を表 - 1 に示す。

軌道の計測は軌道偏位計測器によって行い，擁壁

表 - 1 計測管理値および計測結果

計 測 管 理 項 目			管理基準値	施工管理値	計 測 結 果
軌 道	水 準 (mm)	直 線	±7	±3	-1～1
		曲 線	±8	±4	-1～2
	高 低 (mm/10m)		±8	±4	-2～1
	通 り (mm/10m)	直 線	±6	±3	-1～1
		曲 線	±6	±3	-1～1
	山 橋 留 壁 脚	山留壁傾斜 (分)	X方向	±10.4	±5.9
Y方向			±11.2	±6.7	-3.5～-2.4
橋脚傾斜 (分)		X方向	±10.8	±6.3	0.7～1.9
		Y方向	±8.9	±4.4	2.7～4.0

※X方向はトンネル直角方向，Y方向はトンネル軸方向の傾斜を表す。

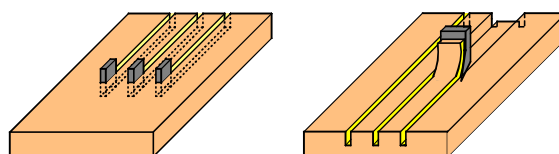
キーワード 近接施工，省面積立坑システム，固形回収システム，建設汚泥の抑制
連絡先（東京都中央区京橋 1-7-1 TEL 03-3535-1606 FAX 03-3564-0475）

および橋脚基礎については固定式傾斜計を設置して自動計測した。シールド機が通過する前に事前計測を実施して初期値を設定し、シールド機通過直前から通過後1週間は連続計測とし、通過による影響を確認するため最終計測は通過30日後に行った。結果としては、軌道部については計測誤差程度、擁壁および橋脚は施工管理値内であり、送水管用トンネル築造による影響は極小さく、事前予測解析とほぼ同等の結果となった。

4. 固形回収システム

本工事では、Dc3層の掘削による建設汚泥の発生が大量に発生することが予想されたため、建設汚泥を抑制すべく検討した結果、「固形回収システム」を採用した。「固形回収システム」は、(財)下水道新技術推進機構と戸田建設(株)が共同開発した省面積立坑システムの技術の一つで、N値10以上の粘性土地山をできるだけ固形状態で切削、流体輸送し、一次処理による回収で普通残土として処分することを目的としている。

地山を固形状態で切り出すには、図-2に示すように先行ビットにより溝状掘削を行い、その溝間の凸部をメインビットで切り出すことにより行う。切り出す固形物の幅については先行ビットの間隔、奥行きについては切込厚さで制御する。切込厚さは、掘進速度、カッタ回転数、ビット条数で決定される。



(先行ビットによる溝状掘削) (メインビットによる切り削り)

図-2 固形回収システムの掘削

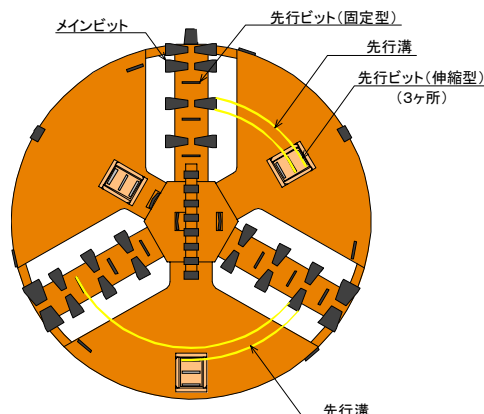


図-3 固形回収型シールド掘進機

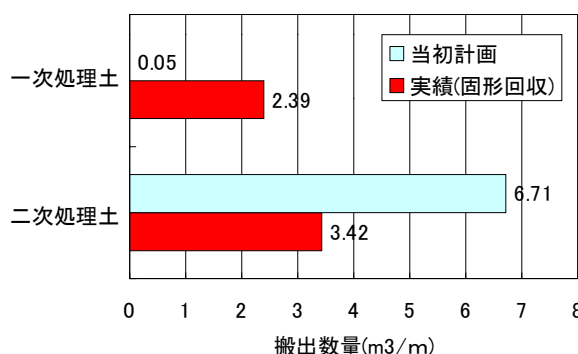


図-4 発生土量実績

本工事で採用したシールド掘進機を図-3に示す。なお、発進から1150mまでのDs層は固形回収を行う必要がなく、先行ビットの磨耗を懸念して、伸縮型の先行ビットを装備した。

Dc3層での発生土量の実績を図-4、固形回収土を写真-1に示す。固形回収を行った結果、掘進1mあたり約3.3m³の二次処理土を一次処理土として搬出することができ、建設汚泥を約50%削減することができた。

固形回収する区間は、流体による輸送距離が1km以上あるため、溶解による固形回収量の低下が予想され、その低下率を3割見込んだが、実績の低下率は2割程度であった。これは、土質性状や固形回収測定器の制御などによるものと思われる。

写真-1 固形回収土

5. まとめ

泥水式シールド工法による送水管用トンネル築造工事における近接施工において、FEM解析による事前予測とほぼ同様な計測結果が得られ、補助工法なしで無事施工が完了した他、省面積立坑システムの要素技術の一つである固形回収システムの導入により建設汚泥の発生が約50%削減することができた。