

泥水式シールドの 効率的な泥水処理方法

田口 雅章*
Masaaki Taguchi

1. はじめに

本工事は、セグメント外径 $\phi 3,356\text{ mm}$ のシールドトンネル（延長 2,719 m）を泥水式シールドで施工するものである。本工事では、新しい効率的な泥水処理方法を洪積粘性土層で行ったので、概要と施工結果を報告する。

2. 工事概要

工事名 送水管布設工事（バイパス・堺市丹上～堺市太井）
 発注者 大阪広域水道企業団 南部水道事業所
 工事場所 大阪府堺市美原区（図-1）
 工期 平成 21 年 9 月 24 日～平成 26 年 2 月 20 日
 工事内容 圧入式オープンケーソン
 9.6 m（縦）×14.5 m（横）×23.4 m（深さ）
 泥水式シールド（シールド外径 $\phi 3,496\text{ mm}$ ）
 鋼製セグメント外径 $\phi 3,356\text{ mm}$
 掘進延長 L=2,704.85 m（土被り 14.8～20.0 m）
 二次覆工 $\phi 2,400\text{ mm}$ 铸铁管布設 L=2,649.17 m
 $\phi 2,400\text{ mm}$ 鋼管布設 L=59.28 m



図-1 工事場所位置図

3. 土質概要

工事区間の地質は、新第三紀の大阪層群であり、洪積れき質土、洪積粘性土が複雑に互層を成している。れき

質土の N 値は 50 以上、粘性土の N 値は 20 以上である（図-2）。

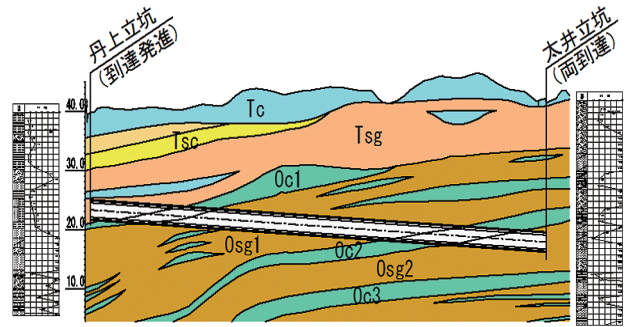


図-2 土質想定図

4. 課題とその工夫

(1) 問題点と開発課題

排泥管で地上の泥水処理プラントに送られた泥水は、サンドコレクターでふるいにかけられ砂分（一次処理土）と泥水に分離される。この分離された泥水は調整槽に送られ、比重・粘性調整後、再び、送泥管で坑内に送られる。この調整によって生じたシルト粘土分を含む濃度の高い余剰泥水は、圧搾フィルタープレスによって水分とシルト粘土分に分離され、脱水ケーキ（二次処理土）となって排出する。本工事では全断面が粘性土となる掘削区間に備え 7.3 m³ 圧搾フィルタープレスを 2 基装備したが、以下の問題点が生じる懸念が拭えなかった。

- ① フィルタープレスでの余剰泥水処理がクリティカルパスとなり、掘進の進捗が低下する。
- ② フィルタープレスの脱水開枠時間を短縮すると、高含水比の二次処理土となるため、搬出量および改質材が増大する。
- ③ 高比重の送泥水を送ると、排泥比重も高くなるため流体輸送に支障がでる。
- ④ 一般的に用いられる薬剤である PAC（ポリ塩化アルミニウム）は酸性であるため、酸性ろ液を希釈水として濃度調整を行うと泥水がブリーディングするなど余剰泥水の再生利用が難しいばかりでなく、大量に発生する酸性水の処理に負荷がかかる。

これらの問題点を解決するために、脱水効率をあげる薬剤をテクニカ合同（株）と共同開発し、実証実験を行うこととした。薬剤の開発目的は以下の通りとした。

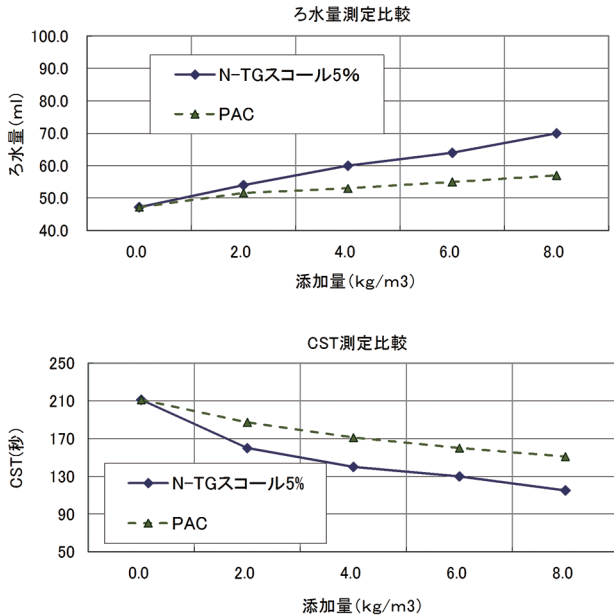
- ① フィルタープレス施工時間の短縮
 - ② 脱水ケーキの含水比低減
 - ③ ろ水の正常な希釈水としての再利用
 - ④ フィルタープレス設置台数の削減
- (2) 薬剤の選定および実験結果

開発する薬剤は、カチオン系低分子ポリマーを成分とする中性の TG スコールをベースにしたもの（以下、N-TG スコールと呼ぶ）で、PAC との比較のため、テ-

* 西日本（支）堺美原（出）

ブルテストを実施した。テーブルテストは脱水の目安を計測する目的にCST（毛管吸引時間測定器）および小型ろ過試験器を用いた。

試験の結果、N-TG スコールの脱水性が優れていることを確認した。試験結果の一例を図-3に示す。



(泥水性状：比重 1.25, 粘性 27 秒)
図-3 薬剤添加量とろ水量, CSTの関係

さらに、フィルタープレスを利用して、実施工での性状比較を行った。その結果、フィルタープレスのサイクルタイムの短縮はもちろん、低含水に伴う二次処理土の低減を確認できた。また、ろ液は中性のため、正常な希釈水としての再利用が可能であることを確認するとともに濁水処理設備の負担を低減できることを確認した。実施工の性状比較の結果を表-1に示す。また、その外観を写真-1に示す。

表-1 各薬剤の実施工の性状比較

	PAC	N-TG スコール
ろ水量	△	◎
フロック	◎	◎
ろ水 pH	5.8 (酸性)	8.0 (中性)
脱水開枠時間	打込 90分 圧搾 30分 開枠 30分 計 150分 稼動 12回/日 ×	打込 40分 圧搾 30分 開枠 20分 計 90分 稼動 24回/日 ◎
CST	○	◎
含水比	54%	29%
コーン指数	240 kN/m ²	720 kN/m ²
評価	△	◎

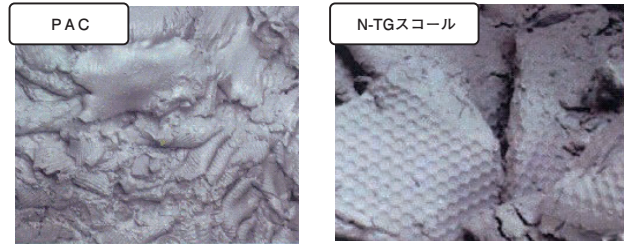


写真-1 PACとN-TG スコールのケーキ状況

(3) 脱水剤添加システムの開発

余剰泥水処理のための薬剤の添加量は、泥水に含まれる浮遊土粒子重量に対して決まる。適正なプレスサイクルタイムや脱水ケーキを得るためには、泥水比重に併せて、適宜、添加量を変える必要があるが、PACは、薬液濃度が一定であるため、添加量の調整が難しい。

そこで、本工事では、泥水式シールド工事における薬液添加作業の省力化に向けて、(株)タックと共同でシステム(図-4)を開発し、実証実験を行った。このシステムは余剰泥水の比重および送泥量の情報をインプットして適正な薬液の濃度・添加量を決定するもので、施工の効率化、産廃量の低減が可能となる。

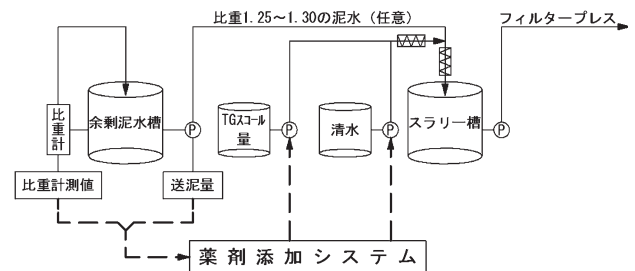


図-4 薬剤添加システム (泥水比重により自動添加)

(4) 二次処理土の搬出実績

本工事の泥水物質収支計算では、PACでは含水比が54%であったが、N-TG スコールを用いた薬剤添加システムは含水比を30%まで低減でき、二次処理の効率化や二次処理土の運搬費・処理費の低減など、PACに比べて様々なメリットを発揮した。

5. おわりに

本技術は、従来技術に比べ泥水式シールド工事における高速掘進および掘削土の減容化を可能とするもので、省力化、コスト縮減だけでなく、ますます厳しくなりつつある掘削土の廃棄問題の一助になるものと考えられる。

謝辞：本技術開発では、(株)タックの瀧川氏、西松建設のトンネル委員会等多くの方にご指導いただいた。深く感謝し、お礼申し上げます。