

無水巨石混じり砂礫層を掘進する泥土圧シールドの添加材の選定および施工実績

清水・門倉・西特定建設工事共同企業体

正会員 岩居 博文, 西田 洋介

清水建設株式会社

正会員 ○森下 将樹, 松本 修平

1. はじめに

酒匂川流域下水道箱根小田原幹線工事は、神奈川県小田原市の一部および箱根町の下水道未整備区域において延長 9.3km の下水道幹線を 9 工区に分割し敷設するものであり、当工事はそのうち第 4 工区(延長 648m)を $\phi 2,130\text{mm}$ の泥土圧式シールド工法により掘進するものである(図-1, 図-2)。最大径が $\phi 1.5\text{m}$ を超える巨石が点在すると想定された当工事における添加材の選定とその施工実績について報告する。

2. 地質概要

事前のボーリング調査結果より、シールド全線において細粒分(粘土、シルト等)が少なく、最大 1.5m を超える巨石・転石が想定され、立坑掘削時にはシールド機外径を超える $\phi 2.5\text{m}$ の巨石が出現した(写真-1)。地下水位はシールド掘削深度より低く、ほぼ無水の巨石混じり砂礫層という地質条件であった。

3. 技術的課題と対応

無水巨石混じり砂礫層を掘進するにあたり、チャンバー内の塑性流動性が低下し、円滑な排土ができず、チャンバー内が閉塞する恐れや、掘削土砂のせん断抵抗力不足によるスクリーコンベヤーでの土砂噴発などが懸念された。これら課題の解決に向けては、使用する添加材の選定および配合(添加量)が重要となる。当工事における最適な添加材の配合と注入率を選定すべく、立坑掘削時に採取した土砂を用いて添加材試験を行った。実施した試験について以下に示す。

3.1 添加材の選定

当工事では、細粒分が少ない砂質土および砂礫地盤に対し塑性流動性を確保できる高分子系添加材を採用した(写真-2)。ただし、バインダー分が極端に少ない区間では、バインダー分を補填するために高粘性可塑状充填材を併用する計画とした(写真-3)。



図-1 平面図

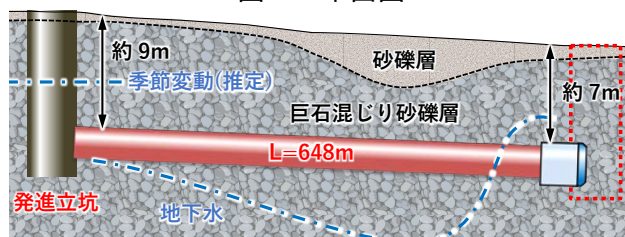


図-2 想定地質縦断図



写真-1 立坑掘削状況



写真-2 高分子系添加材 写真-3 可塑状充填材

キーワード 泥土圧式シールド, 巨石, 玉石, 無水掘削, 添加材

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 清水建設(株) 土木技術本部 シールド統括部 TEL 03-3561-3892

表-1 添加材試験結果

	1回目(立坑掘削初期土試料)				2回目(シールド掘削深度土試料)						
総注入率	0%	25%	30%		0%	30%	40%		45%	50%	
TACキャリア注入率	0%	25%	30%	25%	0%	30%	40%	35%	45%	40%	50%
クレーショック注入率	-			5%	-			5%	-	5%	-
ベーンせん断値	6.82kPa 以上	3.92kPa	2.39kPa	2.39kPa	6.82kPa 以上	5.12kPa	3.24kPa	3.58kPa	2.22kPa	2.39kPa	0.71kPa
ミニスランプ値	0cm	0.5cm	3.0cm	2.5cm	0cm	-	0.5cm	0.5cm	2.5cm	2.5cm	8.0cm
経時に伴う水浮き	-		あり	なし	-				あり	なし	-
評価	×	×	○	◎	×	×	×	×	○	◎	×

3.2 添加材試験の評価項目

- ①土砂に流動感があり，握り締めても土砂が手に残らず周辺機器に対して抵抗・付着しにくいことを目視および触手によって確認する．
- ②ベーンせん断値 2～3kPa を目標値とする．
- ③ミニスランプ値 1～3cm を目標値とする．

3.3 試験結果

立坑掘削の初期段階で 1 回目の試験，シールド深度まで掘削が進んだ段階で 2 回目を行い，それぞれの掘削段階で採取した土試料を用いた．

試験結果を表-1 に示す．1 回目と 2 回目の試験結果では，適切な注入率に差があった．これについては，立坑の掘削深度によって土の含水比に差があったためであると想定され，2 回目の試験結果をもとに添加材の計画を行った．高分子系添加材の注入率が 45%で基準値を満たす結果が得られたものの，経時に伴い水が分離し表面に浮いてくる傾向がみられた．そのため，補助材として高粘性可塑状充填材を 5%添加し，高分子系添加材の注入率を 40%としたところ，土砂性状は良好，かつ水の分離もみられなかった(写真-4)．

4. 施工実績

添加材の注入率の実績を表-2 に示す．実施工においては，地山の自然含水比に応じてそれぞれの配合を調整して使用することとした．掘進中の排土をサンプリングし，ミニスランプ試験を実施して塑性流動性を確認し掘進を行った．発進防護工(薬液注入)掘進時にチャンバー内の閉塞が生じカッタートルクおよび推力の上昇が発生したが，その後の掘進においては，適宜注入率を調整しながら掘進を行い，チャンバー内の閉塞および噴発もなく，無事掘進を完了した．

5. おわりに

当工事は，最大φ1.5mの巨石が存在する無水巨石混じり砂礫層を，泥土圧シールドにより 648m 掘進したものである．高分子系添加材と高粘性可塑状充填材を併用し，チャンバー内の適切な塑性流動性を保つことができた．本稿が類似条件下におけるシールド工事の一助になれば幸いである．

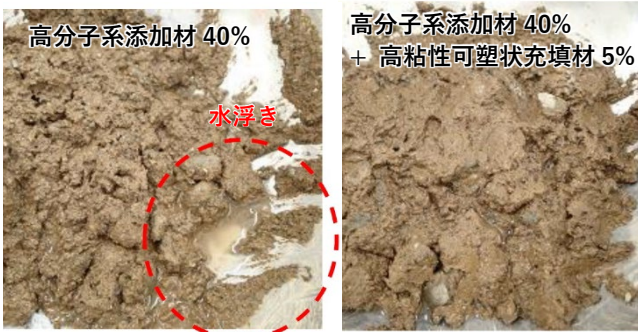


写真-4 2 回目試験後 1h の土試料の状況

表-2 添加材配合比較表

添加材	計画時		実施工時の平均値	
	配合	注入率	配合	注入率
TACキャリア	6kg/m³	40.0%	5kg/m³	34.8%
クレーショック	25kg/100ℓ	5.0%	20kg/100ℓ	8.3%



写真-5 ミニスランプ試験実施状況