

泥水式シールド工法における泥水処理の改善

前田建設工業株式会社 京谷 文太

1.はじめに

泥水式シールド工法は地上のプラントで調整された泥水を送泥管からシールド機前面のチャンバー内に送り、圧力をかけて地山の土水圧に対抗させて切羽の安定を図っている。掘削された土砂は泥水と一緒に送排泥管を流体輸送され搬出される。今回は礫層・粘土層の混合地盤における泥水処理の改善を行った。

2.工事概要 工 事 名：石巻市石巻中央幹線管渠復興建設工事その4

工事場所：宮城県石巻市貞山他地内

工事期間：2017年12月19日～2021年3月15日

本工事は、東日本大震災により広域的かつ大規模に地盤沈下した石巻市の下水道を整備する復興事業のうち、旧北上川右岸の中瀬西側周辺から上流に向かって、石巻市役所北西側付近まで、泥水式シールド工法にて仕上がり内径3250mm、延長L=1927mの雨水幹線を築造するものである。なお、到達は下流側の仕上がり内径4250mm、延長L=1225mとの地中接合となる（図1）。



図-1 平面図

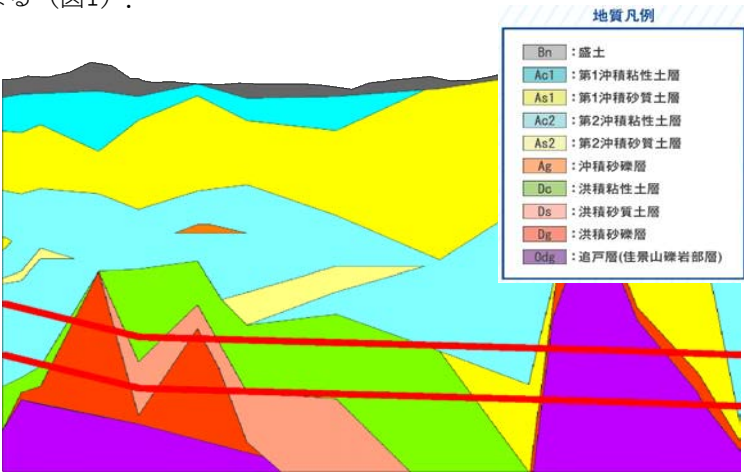


図-2 地質縦断図

3.経緯

シールド掘進開始から50m地点においてAc2層（シルト、砂混じりシルト）に不規則に混在する礫（径30cm程度）が掘削断面に出現し、断続的にチャンバー内閉塞が発生したため、掘進を停止し、礫の破碎に対してはローラーカッターの装着、15cm以上の礫をチャンバー内へ取り込むのを防止するためにスリット部に規制版を取り付けて閉塞対策を施した。そのため面板の改造を施した仕様でDc層（洪積粘性土層）を掘削することになる。掘削中心の土砂は本来フィッシュテールで地山を切削し、回転により土砂を攪拌、流動させてチャンバー内に取り込むが、ローラーを装着している状態では同等の効力が期待できないため、掘削断面中心部から粘着力の高い固結した粘土分が面板に付着し、著しく切削機能を低下させ、いずれは掘進不能となることが懸念される。そこで泥水管理に着目し安定溶液用分散剤を使用して面板閉塞を防止する対策を実施したが、分散剤により凝集効果が低下し2次処理土（脱水ケーキ）の性状に影響が生じた。

・使用材料

成分	合成カルボン酸塩
安定液用分散剤	SARARI(サラリ)
成分	合成カルボン酸塩
pH 比重 添加量	7.0～9.0 1.29～1.33 at25℃ 0.1～0.5%/m3



図-3 SARARI

反応効果：泥水中の粘土粒子は負の電荷を帯電しており、同様に「サラリ」も負の電荷が帯電している。「サラリ」が粘土粒子の表面に吸着することにより、粘土粒子間の静電反発によって個体粒子を分散させ、粒子同士の再凝集予防を防ぐことで粘性を低下させる。

キーワード：泥水 複合地盤 分散剤

連絡先：〒986-0802 宮城県仙台市青葉区二日町4-11 前田建設工業株式会社 東北支店 TEL 022-225-8326

4.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(2次処理土)となって排出する。今回、礫層・粘性土掘削における掘進の閉塞対策・泥水粘性調整は分散剤で改善されたが、脱水ケーキ(2次処理土)に影響がでた。分散剤により凝集が阻害され脱水ケーキの含水率が高くなり、改質を行わなければ排出できない状態となった。

- 課題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。
- 課題②高含水比の2次処理土となり搬出量・改質材が増大する。

分散剤(サラリ)を使用した泥水において脱水剤ソイルフレッシュの処理効果の確認を行い、2次処理土に与える影響を比較した。表1に採取泥水性状を示す。表2に添加薬剤一覧を示す。

表1 泥水性状		
採取日 2021年2月12日		
項目	単位	測定結果
比重	g/cm ³	1.240
ds(固形分濃度)	%	29.50
真比重	g/cm ³	2.908
CST	sec	4110.4
CST/ds	sec/%	139.3

表2 使用薬剤			
薬剤	略称	性状	備考
ソイルフレッシュS-705	S-705	液体	脱水剤
ソイルフレッシュL-101	L-101	液体	脱水剤
塩化カルシウム水溶液	塩Ca	液体	35%水溶液

脱水剤の脱水性能を評価する試験法の一つである「CST試験法」を用いて評価した。(図-4)

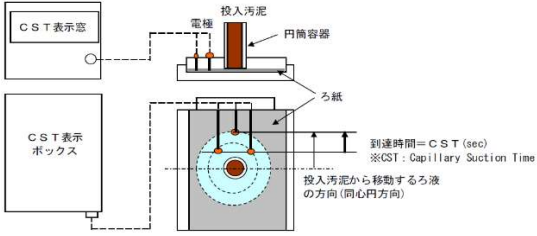


図-4 CST試験装置概略図

6.結果

採取した泥水のCST/dsは139秒/%と高い泥水であった。下記の表3より、s705・L-101の添加6kg/m3ではCST/dsは低下傾向であるが未だに高く、脱水性は悪い状態であった。分散剤により凝集効果を低下させており、凝集剤単独での処理は難しい結果となった。分散性を改善する助剤(塩化カルシウム水溶液)を併せて添加し改善を図った。

表3 CST測定結果					
	種類	薬品 添加量		結果	
		kg/m ³	kg/ss-t	CST 秒	CST/ds 秒/%
脱水剤	S-705	0	0	4,110	139
		6	16	1,274	43
		9	25	944	32
		12	33	800	27
二剤処理	塩Ca + S-705	0	0	4,110	139
		6	16	1,295	44
		14	0	830	28
		14	6.0	829	28

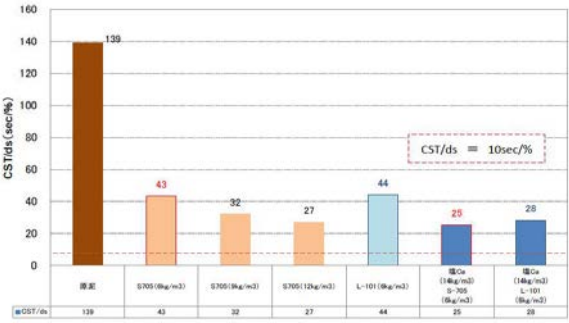


図-5 CST測定結果

塩化カルシウム水溶液を助剤として添加することでCST値が改善され25秒/%となった。また凝集剤単独と比較した場合、脱水ケーキの含水率が35.2%と下がり、搬出に対する改質の必要が無く掘進進捗への影響が減少した。現在の泥水に対する最適な使用は塩化カルシウム水溶液14Kg/m3+S705 6 kg/m3となる。

7.まとめ

現在の地山(礫層・粘土層)の混合地盤においての泥水処理については改善できたが、複合地盤で各層の混合割合が変化するので泥水性状に合わせ添加量の変更が都度必要になってくる。

試験No		RUN1	RUN2
薬品種類		S705	塩Ca S-705
脱水ケーキ	添加量 (kg/m ³)	—	14
	(kg/ss-t)	—	38
	添加量 (kg/m ³)	12	6
	(kg/ss-t)	33	16
打込圧力 (MPa)		0.6	0.6
脱水ケーキ	重量 (g)	405	415
	含水率 (%)	42.5	35.2
	含水比 (%)	74	54
	状態	内部が少し柔らかい	硬い
評価		△	○

表4 脱水試験結果