

VI-29

製紙スラッジを用いた土圧式シールド工法の実施結果

N T T 関西支社 土木技術部 正会員 大 谷 堅 也
 N T T 関西支社 土木技術部 正会員 中 南 郁 夫
 N T T フィールドシステム 研究開発センタ 正会員 石 本 弘 治
 日本コムシス(株) 関西支店 清水 悦 司

1. はじめに

土圧式シールドに用いる加泥材には、ベントナイトと粘土を主成分としたものが一般的に使用されているが、高水圧下での推進ではスクリーコンベアからの噴発により、推進が困難になることがある。

N T T は、これらを解消するため、製紙スラッジを主成分とした加泥材（PMF スーパー加泥材）を開発した。

本報告は、製紙スラッジを主成分とした加泥材の止水性能と、水圧の高い滞水砂礫層（洪積砂礫層：天満砂礫層）での排出土砂に対する効果を報告するものである。

2. 土質概要

本工事の土質は滞水砂礫層で、最大礫径 200mm×85mm、N 値は50以上、均等係数 $U_c=86$ で粒度分布は良いが、透水係数は 10^{-2} cm/secでかなり大きい。

間隙水圧はシールド下端で 3.0～3.2 kgf/cm²であり、切羽の安定に関して十分な検討を要する地盤である。平面図と縦断図を図-1 および図-2 に、推進対象土層の性状を表-1 に示す。

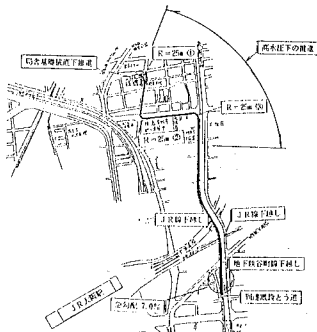


図-1 平面概要図

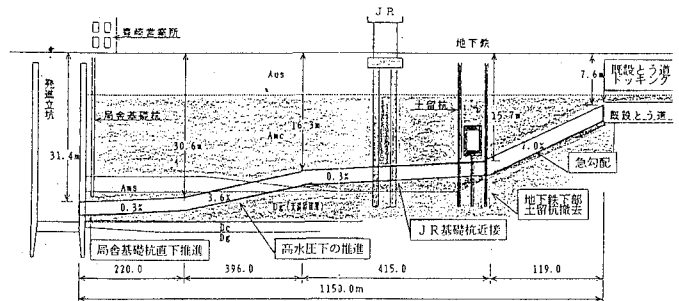


図-2 縦断概要図

3. 高水圧下の砂礫層における検討課題と対策

高水圧下の滞水砂礫層における諸問題は以下の4点に整理される。

- ①チャンバー内での攪拌効果 ③スクリーコンベアの止水性
- ②テールシールの耐圧性 ④高水圧下での土圧管理

表-1 対象土層の性状

土質名	含有率(%)		
	粘土・淤泥	砂	礫
砂 礫	7.6	40.8	51.6

3-1. シールドマシンの機構

シールドマシンは、泥土圧式（DK式）を採用した。特に、高水圧下であるため、スクリーコンベアの奮発を防止するため、2段スクリーコンベアを採用した。また、スクリーコンベア等に土圧計を設置し、土圧の変化を計測し、推進管理を充実させることとした。シールドマシンの仕様を表-2 に示す。

表-2 シールドマシンの仕様

シールドマシン 外径	φ3,680mm	ゴビカッター 装置	油圧ジャッキ式2基×100mmストローク
シールドマシン 機長	5,975mm	排土装置	2段スクリー、軸付タイプ
総 推 力	1,440t (120t×1,1150St×12本)	テールシール	1,440t (120t×1,1150St×12本)
カッター装置	中間支持方式 α=2.72	加泥材注入孔	ワイヤーブラシ型3段
中折れ装置	後胴押し球面 中折れ角 max 6°	土 圧 計	チャンバー内:3, S/C:5 計8箇所

3-2. 製紙スラッジを主成分とした加泥材（PMFスーパー加泥材）の採用

本加泥材は、製紙スラッジ（新材料PMF）を主成分としていることが特徴であり、その紙繊維効果により、優れた耐水性能を発揮する。（詳細は、土木学会第48回年次学術講演会資料参照）

4. 実施状況

図-3に示すように、発進部3.0mはコラムジェットによる置換を、6.7mは全断面、11.7mは門型（建物防護）に複合注入による地盤改良を実施した。

製紙スラッジを主成分とした加泥材（PMFスーパー加泥材）は、門型断面注入区間の手前約2m、すなわち全断面注入区間で全面に2mのカバーを残した8リング推進時から注入を開始した。

4-1. 注入方法

本工事の注入は、間隙水圧に對抗する圧力で、加泥材をフィッシュテールから注入した。

4-2. 加泥材の配合

本工事で用いた加泥材の配合を表-3に示す。

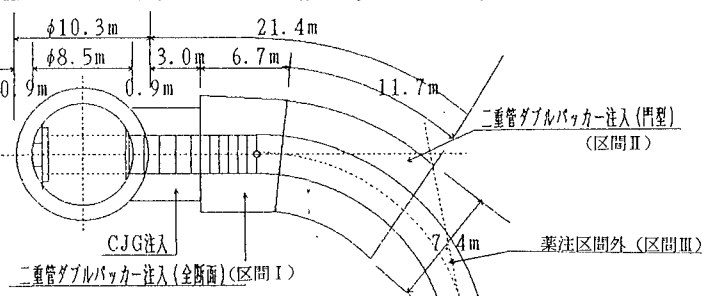


図-3 地盤改良図

表-3 PMFスーパー加泥材の実施配合

(kg/m³)

ベントナイト	フライアッシュ	PMF	助 材	水	備 考
120.0	200.0	160.0	2.0	743.0	粘度 3500cp~4000cp

4-3. 排土状況

スクリーコンベアからの排土状況は、製紙スラッジを用いた加泥材（PMFスーパー加泥材）を使用することにより、掘削土を完全な難透水性の土砂に改良し、水圧による噴発現象を抑えることができた。

排土状況の目安のひとつであるスランプ値の区間毎の変化を表-4に示す。

表-4 スランプ値の変化

区 間	Ring 数	注入率	スランプ値	排土状況	備 考
I	10	15.0	10.0	やや軟らかい	薬液注入（全断面）区間
II	48	20.0	9.0	〃	薬液注入（門型）区間
III	50	20.0	9.0	〃	曲線区間（地盤改良側）
IV	100	25.0	8.0	〃	直線区間

(3) 土圧の変化

シールドマシンのチャンバー内およびスクリーコンベアの前、中央、後部に土圧計を設置し、土圧の推移を確認しながら掘進を行った。その変化の状況は表-5の通りである。

表-5 切羽土圧・S/C土圧の変化

(kgf/m³)

区 間	土圧計取付箇所	チャンバー内土圧	S/C内土圧			
			中央左	1段目（前）	1段目（後）	2段目（前）
I			1.38	1.29	0.74	—
II			2.96	2.36	1.32	2.06
III			2.96	2.55	1.47	2.04
IV			2.40	1.86	0.88	1.96

5. おわりに

本工事において、従来では泥水工法の適用領域であった高水圧下の滞水砂礫層をPMFスーパー加泥材を使用した土圧系シールド工法で安全に掘進する事が出来た事は、一步泥水工法の領域に近づき、土圧系シールド工法の適用領域の拡大に寄与するところが大きいものと自負する次第であります。