

VI-56

泥土圧式シールドにおける加泥材の一考察

戸田建設株式会社 正会員 富士 武

1. はじめに

本工事は広島市安佐北区において、雨水・下水の排水本管をシールド工法で敷設するものである。工事区域は、1級河川「太田川」とその支流である「根の谷川」に挟まれた標高20～30mの高度を持つ氾濫原低地にあり、土質は河成堆積物により構成された砂礫層であった。全般的に $\phi 3 \sim 5 \text{ mm}$ の砂を主体とし、 $\phi 10 \sim 30 \text{ cm}$ の玉石を20～60%含み、一部 $\phi 1 \text{ m}$ 程度の巨礫が挟在していた。岩質は花崗岩が主体で一軸圧縮強度 $qu=1,700 \text{ kgf/cm}^2$ を示していた。又N値は全般的に50以上で、相対密度は非常に密で、透水係数は $k=n * 10^{-2} \text{ cm/sec}$ オーダーであり、地下水の豊富な場所であった。

ここに、セグメント外径 $\phi 4,300 \text{ mm}$ 、掘進延長868m、土被り13～16mで泥土圧式シールド工事が計画されていたが、巨礫への対応と切り羽の安定を図ることが最大の課題であった。

2. シールド機

シールド機の設計は、巨礫の点在する滞水砂礫層という条件を前提に、カッター面盤には二枚刃チップインサート型ローラーカッターを60mmピッチのパスとなるよう配置し、礫破碎を行うようにした。ビット交換は約220m毎で計4回行った。総推力2,100t(135tf/m)、カッタートルクはやや高めめの $\alpha=3.85$ 、カッタースリットは礫の取り込みを円滑に行なうため450mm、開口率は33%とした。スクリーコンベアは、 $\phi 500 \text{ mm}$ の搬送を考慮して750mmのリボン型とした。加泥注入口はカッター全面に2カ所配置した。配管ルートとして、チャンバー内にロータリーバルブを配置する方法を検討したが、取り込んだ礫と加泥シャフトとの干渉により、シャフトの破損の危険性が高いと考えられたため、カッタードラムの土砂シールド間を利用する方法とした。このルートは、シールドが破損した場合復旧することは不可能であるし、高粘度の加泥材を高圧で注入することも困難であるため、加泥材の選択は制限された。

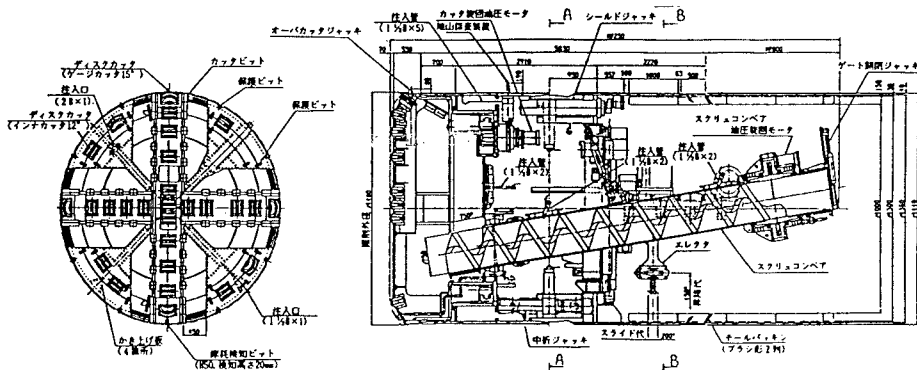


図-1 シールドマシン

3. 加泥材と掘進実績

3. 1 土圧管理

シールド掘削はチャンバー内土圧を自然水圧 $\{(0.8 \sim 1.3) + \alpha (0.2)\} \text{ kgf/cm}^2$ を維持するようスクリーゲート付近の開度調整を行ないながら実施したが、地下水の噴発、礫のスクリーゲート付近での閉塞、チャンバー内閉塞がしばしば発生したため、土圧バランスを維持することが困難であった。礫が閉塞すれば土圧が著しく低下し切り羽を弛めるため、地下水の噴発の原因となる。噴発を押さえようと土圧を高めに管理すると、今度は閉塞を引き起こすといった悪循環の繰り返しであった。

キーワード：加泥材 (連絡先：広島県広島市中区舟入本町1-9 TEL 082-231-4185 FAX 082-233-1796)

3. 2 泥土圧工法における加泥材の使用目的

掘削土砂の流動性を改善し、切羽及び掘削土砂の自由水を排除又は遮断し難透水性土質に変えるために、泥土圧工法においては加泥材を使用する。

加泥材については過去様々な材料が開発されてきたが、いずれも選択の決め手に欠ける。基本的には、数種類を使用した後、地山にあった最良の物を選択するのが、現実に応じた方法と思われる。

3. 3 加泥材と掘進実績

今回使用した加泥材について次に述べる。

表1 加泥材と掘進速度

①粘土系注入材

オーソドックスな加泥材で、粘土と付着防止剤を別々の配管で送り、注入口直前で2液を混合する。高粘度のため注入圧が高くなるのと、攪拌不足であったのか、閉塞・噴発が多発した。

②高吸水加泥剤

高吸水剤は掘削残土中の水分を吸水した後も、残土の塑性流動性を失わせない加泥材で地下水の噴発に対しては有効であった。しかし注入量のコントロールが難しく、閉塞・噴発は発生した。

③粘土解膠剤

これは浸透性分散剤で、チャンバー内で閉塞した粘性土に注入すると、土粒子間に浸透していき、界面活性剤の作用で閉塞状態を緩和する。今回は閉塞状態が多いため加泥剤として使用した。しかし、強い分散力のために地下水の噴発を助長する結果となった。

④凝集剤系注入材

凝集剤系の注入材は、土粒子と攪拌されると、土粒子間で凝集が起こり、過剰水を放出する。この過剰水が付着力を軽減し一時的にジャッキスピードの改善が見られたが、土圧を高めに管理すると閉塞状態となった。

⑤凝集剤系注入材+圧搾エア

上記閉塞を改善するために、チャンバー内へベビーコンプレッサーにより圧搾空気を注入した。ジャッキスピードは平均 33 mm/min まで上昇し、スクリューゲート全開でも噴発することなく、理想的な掘削状態を保つことができた。この時点で工区中間であり、残り 400m を当工法を採用することにより、2ヶ月で掘進することができた。

4. おわりに

本工事において、凝集剤系注入材と圧搾空気を注入することにより多大な効果を得ることができたのは、次の理由によるものと考えられる。

①空気圧の作用により、地下水が切羽及びチャンバー内から排除されるため、噴発が発生しない。

②カッター前面より注入される凝集剤が、ある程度切羽地山に浸透することにより、注入材の攪拌効果が向上する。

③チャンバー内が圧気室となり、全体が圧縮性を保つため、排土による土圧の変化の幅が少なくなり、設定土圧の維持が容易となる。

以上であるが、これまでの加泥材注入とは異なった発想であり、礫地盤における泥土圧式シールドの加泥材として、今後検討に加えていただければ幸いである。

使用区間 リングNo	加泥材 濃度 (V%)	注入量 (m^3/min)	平均掘進速度 (mm/min)	評価
0~100	粘土系注入材			×
	粘土 18 付着防止剤 0.1	100 10	4.9	
101~350	高吸水加泥剤 高吸水剤 0.2~0.5	10~15	10.5	△
351~380	粘土解膠剤			×
	分散剤 0.5 浸透剤 0.2	10~15	6.6	
381~430	凝集剤系注入材 凝集剤 0.14	15	12.8	○
431~868	凝集剤系注入材			◎
	凝集剤 0.14 エアー $7\text{kg}/\text{cm}^2$	15 260	32.7	