

論文名「推進作業におけるトラブルの原因（考察）と今後の対応策」

工事名「令和3年度 社会資本整備総合交付金事業 中溝町地内污水幹線ほか整備工事」

島田地区

株式会社 グロージオ

現場代理人・監理技術者 杉浦 康之

技術者番号 79284

【工事概要】

工事名 : 令和3年度 社会資本整備総合交付金事業 中溝町地内污水幹線ほか整備工事

工事場所 : 静岡県 島田市 中溝町地内

工期 : 令和 3年 7月 8日 ~ 令和 4年 5月 6日

請負金額 : ￥ 116,754,000

発注者 : 島田市役所 都市基盤部 下水道課

工事内容 : 管きょ工（小口径推進 管径φ500）91.0m、管きょ工（小口径推進 管径φ250）30.0m  
立坑工1式、地盤改良工1式、人孔築造工1式、付帯工1式

目的 下水道工事

- ・生活環境の改善
- ・雨水の排除
- ・水質保全

施工位置図



着手前写真

幹線（φ500）区間 東側より望む



枝線（φ250）区間 南側より望む



【説明】 ・泥土圧推進工法中（エースモール工法）作業中に推進が不可能となったことに対する原因（考察）と今後の対応策について下記に示します。

### 1. 泥土圧式推進工法の機能と特性

本工法は、泥土圧方式のメカニズムを応用した独特の掘削・排土機能を採用しています。

- ・先導体のカタ回転により地山を掘削すると同時に作泥材を切羽面に注入し、掘削土を止水性と流動性を持った泥土に変換します。
- ・泥土化した掘削土を先導体外周の泥土通路（余掘空間）を通して、先導体後部の泥土取り込み口まで移送します。
- ・泥土取り込み口まで移送した泥土を先導体内部に取り込み、圧送ポンプにより立坑外へ（排土タンク等）圧送排土します。掘削土の取り込み量は先導体外周の泥土通路に取り付けた土圧計が示す泥土圧を監視しながらコントロールします。（カッター後方と排土取込口前方）  
この泥土圧が地山の土圧及び水圧に対抗し、切羽や坑壁の崩壊を防止しています。
- ・泥土通路内は常時泥土圧が発生しており、地山の土圧及び水圧に対抗し、切羽や厚壁の崩壊を防止しています。また、推進管と地山坑壁との空隙部は泥土により過不足のない空隙充填がされるとともに滑材効果を発揮し推力を低減させます。
- ・カッターヘッドは容易に交換できる構造になっており、普通土【A】、硬質土【B】に対してはスポーク型、粗石混り礫質土【C】、巨石混り礫質土【D・E】に対してはローラ型のカッターヘッドで対応します。

### 2. 泥土の機能

本工法は切羽に作泥材を注入し掘削土砂を泥土化してから排土する方式をとっています。

- ・泥土は掘削土砂に止水性と流動性を持たせ、泥土通路内への地下水の浸入防止、泥土圧による坑壁の安定、圧送排土時の排土管圧力損失の低減、推進管周面の滑材効果等を有します。切羽に注入する作泥材は、ポリマー系又はベントナイト系がありますが、今回はベントナイト系を使用しました。

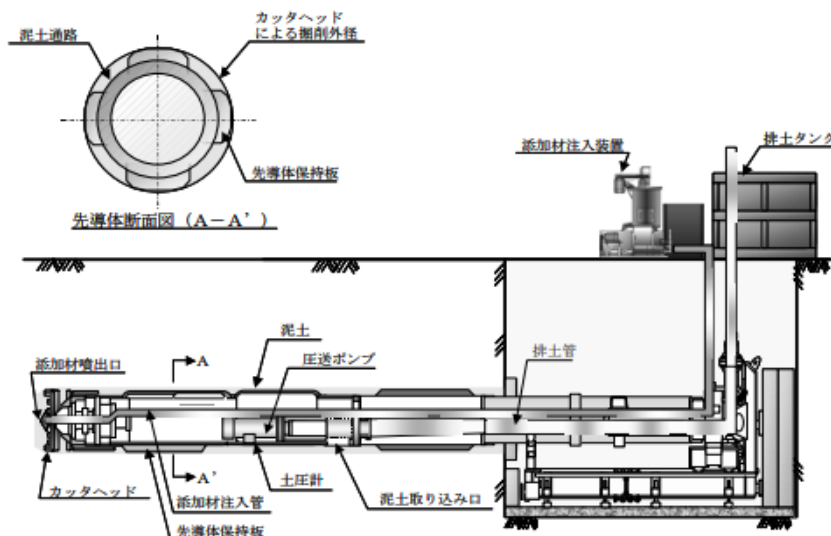
### 3. 位置姿勢検知機能

- ・レーザ・ターゲット方式

直線推進部の位置検知用として、先導体内にレーザ受光装置(ターゲット)を搭載しています。

レーザ受光装置は、発進立坑内に設置するレーザ発信器から投射されるレーザ光をターゲット面に受光し、その中心点を演算により求め遠隔運転操作盤のディスプレイに表示するようにしています。表示はターゲット面での受光点及び先導体の姿勢をベクトルで表示しており、オペレータに先導体が計画線から何mmずれてどの方向に進んでいるかが常時わかるようにしています。

【右図参照】



【推進機械の写真】



【問題点】

推進作業におけるトラブルの原因（考察）と今後の対応策

トラブル ①先導体がローリングし、ターゲットがレーザーを受光できない状態となった。

原因（考察） 地盤改良部を通過したあたりから泥土圧が下がる傾向が表れ、軽微なローリングを繰り返したのちに、急に大きくローリングし推進不能になった。

ローリング原因を確認するため、先導体を引き抜き、先端部の目視確認を試みたが先端部が崩れていたため、直接の原因を確認することはできなかった。

一方、先導体にはローラービットのベアリングが摩耗したような症状が確認されたが、カッターヘッドの脱落等外見上の異常はなかった。

再発進後再び同位置付近からカッター圧が激しく変動し、泥土圧が下がる傾向が表れていることから、大きな玉石または高強度な礫がルーズな状態で数多く存在するものと推測した。

以前より先導体のローリングは、地盤の透水係数が高く、泥土が逸泥したことで、先導体の姿勢を保持する泥土圧が緩んだ状態で、大きな玉石または高密度な礫に当たり、カッターヘッドがロックしたため、ローリングしたと推測した。

また、ローリングが原因で、ターゲットがレーザーを受光できない形となった。

孔壁内部（崩れ無し）



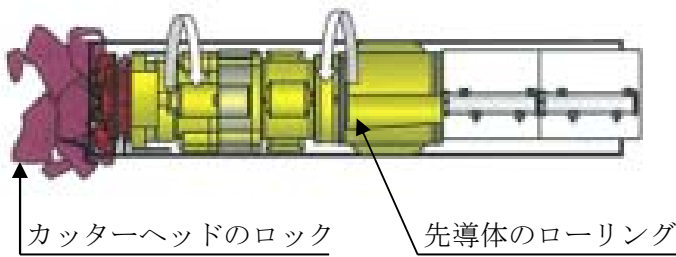
先端部分（崩れあり）



先導体引抜後



繰り返しローリングを直そうと行った結果、先導管の欠損となった。



トラブル ②汚泥取込口の閉鎖による排泥不良。

原因（考察） 先導体のローリング解消のため引抜き、2回目の推進中に排泥不良が発生したため、その解消対策を試みるも改善されないため、再び先導体を引抜き状態を確認した。

先導体外周面の泥土通路、泥土取込口付近に礫が蓄積されており閉鎖していた。

2回目推進時に閉鎖した原因は以下の通りと推測した。

- ・ 推進管路部に充填した懸濁型注入材と礫が混在した状態であった。
- ・ 注入材の強度が礫よりも弱く、カッターヘッドが礫を粉砕するために必要な地盤反力が得られなかった。十分に粉砕されなかった礫が排泥通路、泥土取込口を通過できず閉塞した。
- ・ 地盤の透水係数が高い事から泥土が流失し、2回目推進前に施工した薬液注入の効果十分に発揮されていなかった。



汚泥取込口



詰まった礫



トラブル ③汚泥取込口の閉鎖による排泥不良。

原因 (考察) 懸濁注入材より強度の高いモルタルを充填し3回目を施工したが、再び同位置付近で排土不良が発生し、解消対策を試みるも改善されないため、三度先導体を引抜き状態を確認した。2回目の推進時とは違い充填したモルタルが泥土通路で硬化閉塞しており、排泥不良の原因となっていた。

モルタルが硬化した理由は以下の通りと推測した。

- ・ 推進工の施工管理として一般的に礫質土では泥土（添加剤）の粘性を高めて（濃く）礫の沈降を起因する不具合を防止する。一方、粘土質では泥土の粘性を低く（薄く）し粘土が先導体に付着する事に起因する不具合を防止させる。今回のケースではモルタル充填部では泥土を薄くし、地山に到達した時点で泥土を濃くする調整が必要であった。
- ・ 再推進部では礫とモルタルが混在している状態であったため、カッター圧、排出される残土性状等からは礫質土を掘削する兆候が確認され始めたため泥土を濃くしたが、先導体周りにはまだモルタルが残っており泥土通路に付着硬化し、閉塞させたと推測した。
- ・ モルタル充填部では、モルタルが先導体へ付着する事を軽減させるために、泥土を薄くし調整していたがモルタルの付着を軽減させることができなかつた事も一因と推測した。

孔壁内をモルタル充填



先導体引抜後



モルタル付着



カッターヘッド



## 今後に向けての対策

- ・初期推進時のローリング対策としては、ローリングストッパーの設置はあるが、今回行った先導体外周面にフラットバーを溶接するなど回転抵抗を増やす方法が主な機械的な対策となる。また、ローリングの兆候が表れた時の慎重なオペレーティングも重要である。今回は透水係数が高く逸泥したことが不具合につながったと推測するが、実際の施工位置での土質調査を行い、礫径、礫率、透水係数等の土質条件に合った機械の選択が最も重要な対策である。

カッターヘッドの交換



推進機の補強



## 【おわりに】

- ◆ 前回推進工事を担当した時には起きなかったトラブルが今回起きてしまいました。トラブルの確固たる原因も土中の中であり推測の域を出ませんが、今後推進工事を担当することがあれば今回の経験を生かしていきたいと思えます。施工中は、発注者様・メーカー・設計コンサル・協力業者の力をお借りし、何とか無事に完了することができました。