

風化岩層におけるシールド工事のトラブルとその対策について

- 九頭竜川下流農業水利事業 高椋新江1号水路下久米田工区建設工事(その1) -

前田建設工業(株) 正会員○高本 賢司
正会員 安光 立也
塩田 圭一

1. はじめに

本工事は福井県内において、農業用水再編対策事業(地域用水機能増進型)により老朽化した開水路をパイプライン化し農業用水の再編を行い、配水システムの再構築を行うものである。

本稿では、複雑な性質を持つ風化岩区間において発生したトラブルに対して、様々な対策を行った事例を報告する。

2. 工事概要

(1) 現場条件

シールド工延長: 1,514m, 線形: 縦断勾配 0.20%, 最小曲線半径 R=30m

一次覆工: 泥土圧式シールド工法, 鋼製セグメント外径 $\phi 2,750$ mm, 内径 $\phi 2,544$ mm, 幅 B1, 200 mm (直線部)
幅 B600 mm \cdot 300 mm (曲線部)

二次覆工: FRPM 管中詰めエアーマルタル工法, 仕上がり内径 $\phi 2,200$ mm

地質: 主として風化安山岩(岩級区分 D~CM 級, 一軸圧縮強度 $q_u=3.4\sim 119$ MPa), 土被り: 9m~12m

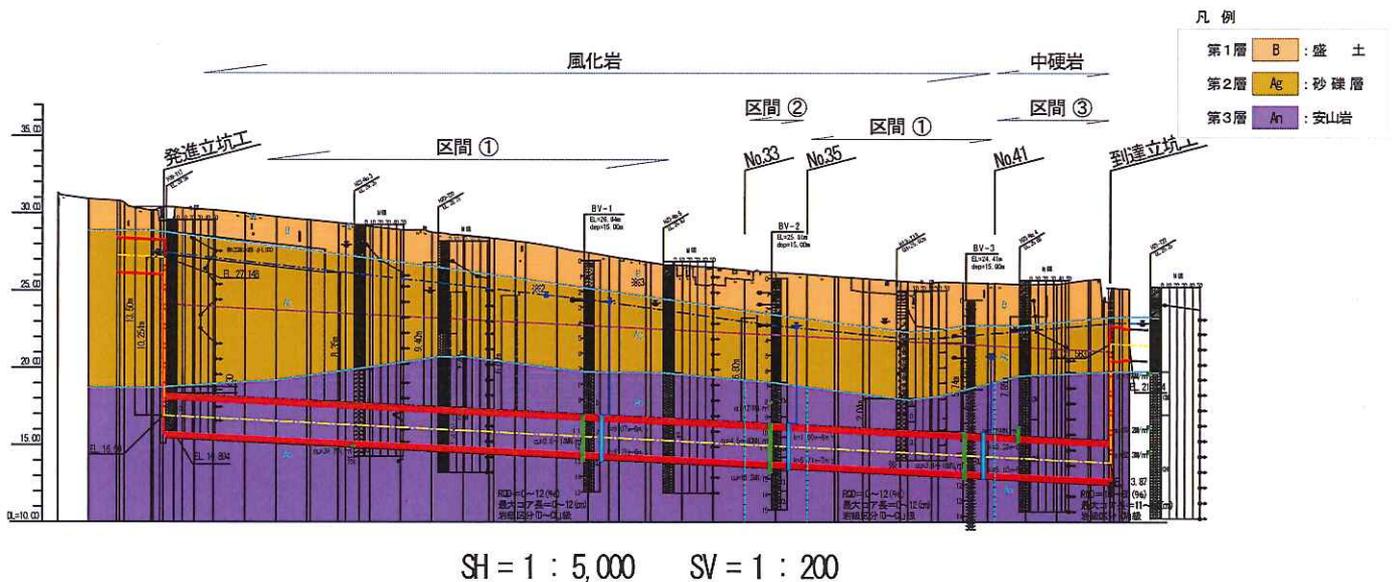


図-1 想定地質縦断図

(2) 岩盤対応型シールド機(泥土圧式)

シールド機外径: $\phi 2,880$ mm

面盤開口率: 28%, 開口幅: 最大 400 mm

スクリーコンベア: リボンスクリュー型 $\phi 300$ mm

シングルディスクカッタ 7個(写真-青色)

ツインディスクカッタ 3個(写真-緑色)

強化型ツインディスクカッタ 4個(写真-赤色)



写真-1 シールド機

キーワード 岩盤シールド, 風化岩, シールドトンネル

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見2丁目10番2号 前田建設工業(株) 本店 TEL 03-3265-5551(代)

3. 風化岩掘進の問題点

本来岩掘削は、同心円状に設置されたディスクカッターにより、地山に亀裂を与え、岩の破片が剥がれ落ちる要領で掘削を行う。(図-2参照)しかし、今回の風化岩は、剥がれ落ちてチャンバー内に入る前に、カッター面板と地山との間で、カッタービットの回転によりすり潰されて紛体状になる。さらに、適度に地下水と混ざり合うことで高い粘性をもつ掘削土が生成され、シールド推力により圧密が促進されて洪積粘性土のようになる可能性がある。実際、何度もチャンバー内の閉塞は確認している。チャンバー内が閉塞気味になることで、カッター圧及び推力が上昇し、掘進速度が当初想定していた速度を大幅に下回る状況となった。



図-2 岩盤の破碎(掘削)方法

4. トラブルとその対策結果

風化岩の性状は一様ではなく、排土性状から判断して、都度以下の対策をとった。

表-1 風化岩層掘進時のトラブルとその対策結果

| No. | トラブル項目 | 対策 | 効果 |
|-----|----------------------------------|---|--|
| 1 | ①固結粘土によるチャンバー内閉塞 | 加泥材の切り替え 高分子(凝集系) ⇒ 分散・浸透系 | 若干ではあるが進捗の改善が見られた。 (前:1.67R/日 ⇒ 後:2.00R/日 1.2倍 ※1R=1.2m) 掘削土砂の性状試験をリング毎に行っていたので、切り替え時期は、適正だと思うが、距離が伸びてくと配管長の影響があり、切羽での添加時期にタイムラグが生じる。もしくは、廃棄によるロスが大きい。 |
| 2 | ②掘進速度の低下、ジャッキ総推力及びカッターヘッド回転圧力の上昇 | 攪拌棒の取付 チャンバー内のカッターヘッド裏側に取付 (角型 100×100-2本) | 粘性が低い土砂の時は効果的だが、高くなってくると攪拌棒の通り道だけが削り取られているように推測され、効果は限定的だった。 |
| 3 | | チャンバー内洗浄 切羽への送気を利用し、岩盤亀裂等の間隙にクレーション(粘土系材料を混練りしたスラリーと水ガラス系強調整剤を注入口直前でミキシングすることによって、即座に塑性状態に変化する材料)を浸透させて止水を図り、チャンバー内を開放して固着した土砂を人力作業によって、取り除く | 洗浄後、徐々にではあるが掘進速度が上昇し、それに付随して、ジャッキ総推力及びカッターヘッド回転圧力の下降が見られた。 進捗としては、波はあるものの平均4R/日を保てた。 もっとも効果的な対策であった。 マンロックを開ける際の手順が重要である。 |
| 4 | ③上記②+地山の著しい変化 | 加泥材の使い分け(図-3参照) 掘進により排出された土砂性状を簡易ふるい分け試験・スランプ試験・目視観察により区分分けを行い、その土質に適合した加泥材を使用 | 排土状況の改善が見られたので、効果的な対策であった。しかしながら、土砂性状を判別するために多大な労力を要する。 |

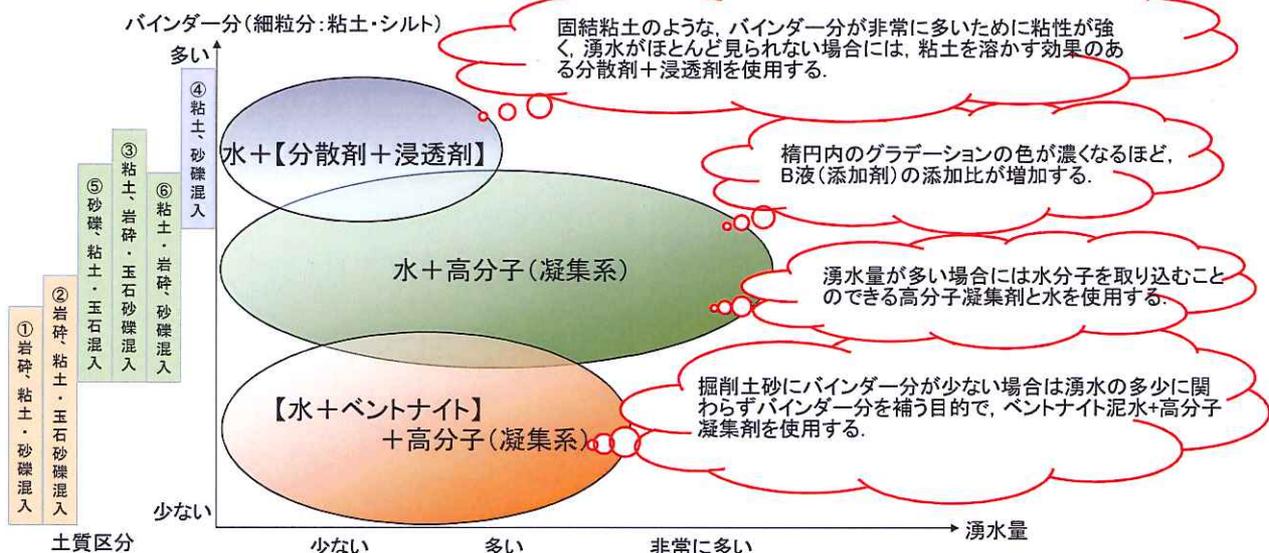


図-3 土質区分と加泥材種類の適用範囲図

5. おわりに

以上の対策を講じた結果、掘進速度の低下はその都度改善されたが、地山の変化が著しく頻繁に対策が必要であったため、設計進捗には届かなかった。地山変化は排土性状を見ると、粘土塊だけでなく玉石があったところから、河床洗掘の影響により岩盤線の凹凸が激しかったものと推測される。このことはビット交換にも影響した。