

現 地 ル ポ

岩手山麓農業水利事業導水路建設工事

地域を分断する 老朽導水路を 泥土圧シールドで 地下トンネル化

岩手県の県庁所在地・盛岡市に隣接する滝沢市で工事が進む東北農政局発注の「岩手山麓農業水利事業導水路建設工事」。同市川前地区の地上部を東西に横断し、宅地化が進み地域を南北に分断しているように見える既存の老朽化した導水路を地下トンネル化することにより、地域の一体性と安全性を高めるこの工事は、延長1065mで泥土圧シールド工法を採用し、戸田建設・第一建設工業JVにより進められている。

(文 佐藤岳大)



地上の高い位置に設けられた老朽化した導水路

北上川流域の盛岡市、滝沢市に広がる岩手山麓地区は、水稻を中心に露地野菜を組み合わせた農業経営が盛んな地域。近隣を流れる北上川の河水は、上流の旧松尾村（現八幡平市）にあった松尾鉱山の影響により強酸性であったため、約1600haもの受益面積を有する岩手山麓地区への供給には利用不可能だった。そこで1941～68年度にかけて国営岩手山麓開拓事業により、北上川水系丹藤川に農業用ダムとなる岩洞ダムや用水路などが整備された。

その後、78～85年度には国営造成土地改良施設整備事業「岩手山麓地区」により補修などが実施されたが、コンクリート構造物の損傷や鋼構造物の腐食などによって施設の性能が低下。農業用水の安定供給に支障を来しているほか、施設が破損した場合の被害が懸念されている。このため2014年度から農業水利施設を改修する国営かんがい排水事業「岩手山麓地区」に着手した。

その一環として岩洞ダムから水を引く既存の導水路に代わる施設として計画されたのが、既存用水路のほぼ直下に延長1065mの地下トンネルとなる導水路シールドトンネルを建設する今回の工事だ。鋼製セグメント外径はφ2950mmで大部分の土被りは19mとなる。

泥土圧シールド工法を採用

工事に当たっては、地山の崩壊を防ぎながら掘削し、マシン内部後方のテール部でトンネルの支保工となるセグメントを組み立てながらトンネルを構築するシールド工法を採用。この工法は、掘進管理を確実に行えば周辺環境に悪影響を与えずにトンネルを築くことができ、地下水が豊富な箇所にも適用可能な特徴があるため、閑静な住宅街での施工を伴い、I G Rいわて銀河鉄道との横断箇所もある今回の工事に用いられた。

シールド工法には、地山の土圧バランスの取り方によって泥水式と土圧式の2種類がある。現場では土圧式のうち泥土圧シールド工法を採用した。



巨石切削を想定しローラーカッターを装備したシールドマシン

掘削に先立つ47mm管でのボーリング調査時の判定で、この地盤は最大でも45cm程度の石が出てくると想定されたため、当初はスポーク式の面板としていた。しかし、シールドマシンが掘進する標高と同じ高さの地表面踏査を実施した結果、巨石の存在を確認。さらに、地層も岩手山噴火が起源と考えられる大型の岩塊を多数含む「岩屑流堆積物」の可能性が非常に高いと考えられた。

そこで、掘進時の巨石切削や巨石取り込みメカニズムを検討し、フラットタイプでスポーク式の Cutterヘッドから、開口率34%、最大取り込み礫径φ300mmの面板で取り込み制限をかけ、排土の閉塞を防ぐ

構造のセミドーム式の面板方式を採用するとともに、巨石切削を想定しローラーカッターを装備。ローラーカッターのピッチは面板の開口から巨石の取り込みが可能となるよう200mm以下としたほか、ローラーカッターやビットがシールドマシンチャンパー内部から交換可能となる構造を用いた。

さらに200N/㎠のφ1000mm硬岩が10mに1カ所出現するとの条件でローラーカッターやビットの摩耗計算を行った結果、掘進距離が441mで許容摩耗量となる10mmを超えはじめる結果となった。加えて、ローラーカッターやビットの交換を行う際には、薬液注入をしなければならない



東側の発進立坑から5分割にしたシールドマシン投入の様子（2018年12月）



条件であったため、既存用水路が障害とならない発進立坑から500m地点での交換を想定した。

18年12月にシールドを投入

このような仕様検討の期間を経て、投入口の地盤改良を施した上で2018年12月に160tクレーンにより5分割したうち、最大重量25tのシールドマシンを東側の発進立坑（鋼矢板Ⅲ型8.4m×9.6m×12.9m）から投入。戸田建設・第一建設工業JVの日向利行現場代理人は「今思えば、地層中の岩屑流堆積物の規模や発生頻度の不安を拭えないまま掘進を開始した」と話す。

発進から68m地点で初期掘進を終え、段取り替えを実施。本掘進に入ると、カッタートルクや推力が高くなり、ジャッキスピードも大幅に低減することもあったが、ローラーカッターやビットの摩耗時に起こり得る現象であった。掘進開始時は粘性土だった排土は、途中で急激に礫となり、また粘性土になるといった状況が130m付近から続き、均一地盤を得意とするシールド工法には苦手とする地層となっていった。

205m地点で工事を中断

そのような状況の中、発進立坑から205m付近で掘進中に70dBを超える異音が発生。近隣住民にも迷惑がかかるため掘進不能と判断し、発注者の了承も得て、19年11月に工事を中断。対策工に取り掛かった。

検討を重ねた結果、最終的にはシールドマシン前面にライナーブ



地中から出てきた巨石（左）と岩塊多く地層により削れたカッターヘッドの面板（上）

レート立坑を築造し、築造時に巨石の状況を含む土質状況を確認する方が用いられた。ローラーカッターやビットの状況は、立坑築造が完了しシールドマシンの一部を立坑内まで押し出してから確かめ、状況に応じての交換も想定した。

この際の土質状況を見ると、当初に得られた地質構成とは概ね変わらないものの、巨石の存在などの詳細は全く異なり、特にシールドマシン前面の層にはライナープレート立坑掘削断面の48%相当となる推定φ2000mm以上と思われる巨石が多数あった。また、ローラーカッターやビットの摩耗が激しく、ほぼ許容摩耗量を超過していたため全て交換。面板中央部には溝ができており、鉄筋棒を溶接し対応した。

掘削再開後のことも考慮し面板自体の交換も考えたが、立坑が非常に狭く施工困難であったために、現状

の面板のビット配置を再度、検討。ローラーカッターを4個追加し、さらにローラーカッターが破損してもカッターヘッドの開口部から取り込みが可能となるよう巨石の切り込み間隔を100mm以下にピッチを変更するとともに、ビットの型式も耐摩耗性より耐久性を考慮したチップインサート方式を採用するなど改造を加え、掘削を開始した。

JV一体でIGR横断部の施工へ

取材に訪れた6月15日時点で掘進は650mに達していた。掘進距離は平均4.6m/日となる。205m地点後、300m、500m、625mの3地点でビットの交換を行っているが、いずれも立坑がない箇所での交換作業だった。

当初計画では、あらかじめ交換位置を設定し、薬液注入をした上で止水対策を高め交換する段取りだったが、205m地点のようなことがあったため、日向現場代理人は「発想を変え、どこでも交換できる設備を整えた」と話す。

具体的には、シールドマシン坑内に隔壁を2カ所設け、掘削面に近い部分に外部より高い気圧をかけることで止水し、内部からの交換を可能にした。



シールド内部（隔壁設置部）

建設新聞

今後、I G Rとの横断部の掘進に入っていく。横断時の土被りは5mとなる。これまでの施工実績に基づき、最長でも150m掘進したらローラーカッターやビットを交換する予定だ。日向現場代理人は「鉄道近接工事での施工実績は戸田建設の社員は経験が少ない状況。経験豊富な第一建設工業の社員が中心となって計画している」とJ V一体となって進めていく構えだ。

横断してから到達までは200m程度の掘進が必要となる。到達立坑（アーバンリングφ5m×22.8m）の築造時に出現したφ1800mmの巨石を踏まえると、トンネル構築ライン上には多くの巨石が存在していると考えられるため、横断前にφ5m程度の立坑を築造し、礫砕用のローラーカッターをさらに追加した面板で掘進していく予定。

ヒューマンエラーの撲滅を徹底

シールド工を中心とする工事は、ほぼ同じ施工条件で、同じ作業の繰り返しとなる。日向現場代理人は「そのような状況になると人は省略行動を取ろうとする。だからこそ安全対策にはヒューマンエラーの撲滅が最も重要」と強調する。

そのため▽危険を予知できない人・判断できない人▽危険軽視の人・仕事に慣れている人▽作業に集中しすぎる人▽指示が正確に伝わっていない人▽作業を急ぐ人—などヒューマンエラーを12分類し、各々の内容を周知する安全看板を掲示しているほか、専門工事関係者などを加えた

全員でシールド工、立坑築造工などそれぞれに「危険作業事前検討会」を開きリスクアセスメントを行っている。

V Rによる事故現場の体験学習やG P Sを使用しての車両の運行管理、現場事務所からも現場の状況を把握できるW E Bカメラの設置など現場ではI C Tも活用。また、安全衛生面で功績のあった作業員を表彰しモチベーションアップにつなげている。

「全ての災害は防ぐことができる！みんなで決めて守っていこう現場のルール!!」をスローガンに▽ヒューマンエラーをさせない▽きれいな現場に事故はない▽安全通路の確保—の3項目に強くこだわり施工に当たる。

シールド工法によるトンネル構築は県内では珍しい。新型コロナウイルスの影響で現在は少なくなっているが、現場では積極的に見学を受け入れている。「人」に対する安全衛生対策は、工事関係者や現場周辺の地域住民のみならず見学者に対しても常に意識し取り組んでいる。地下



日向現場代理人

での工事が主となるため、実際に現場を見てもらうことが地域住民の安心感にもつながっている。

日向現場代理人は「みんなで情報を共有し、段取りを考えて施工を進めてきた」と、これまでを振り返るとともに「この工事が後の人々に実施されて良かったと言ってもらえるように仕事をしていきたい」とした上で「導水路建設後に既存の用水路の撤去も予定されている。この地区を南北に分断しているように見える現在の状況が、トンネル化により速やかに改善され、住みやすい地域になってくれることを望む」と力を込める。



見学会の様子

■岩手山麓農業水利事業 導水路建設工事（戸田建設・第一建設工業特定建設工事共同企業体）



執行役員支店長 曾根原 努

〒980-0811 仙台市青葉区一番町三丁目3-6
TEL.022(222)1273 FAX.022(222)1250



人に夢、街にぬくもり

第一建設工業株式会社

仙台支店

執行役員支店長 佐々木 健一

本社／新潟市中央区八千代1丁目4-34
TEL.025(241)8111(大代)
仙台支店／仙台市宮城野区榴岡1丁目6-30
TEL.022(296)1021(代)