

泥土圧シールドにおける掘削土の泥水輸送の有効性と高速施工設備について

清水建設株式会社 正会員 ○吉澤 尚志
清水建設株式会社 正会員 西川 泰司

1. はじめに

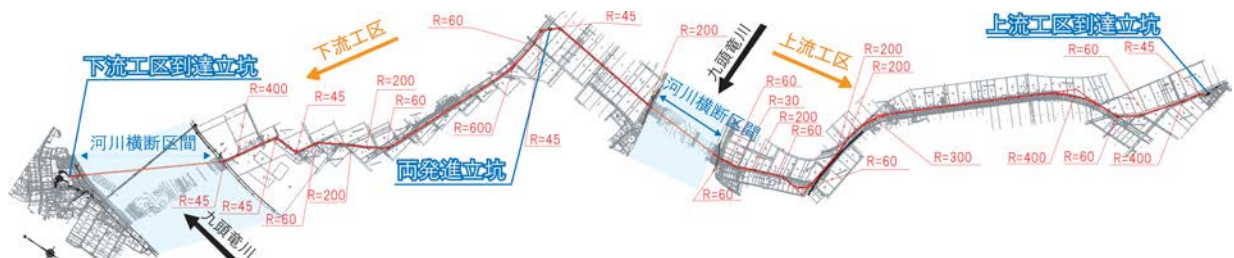
小断面シールド工事における排土設備は現場全体の工程に大きく影響を与える事に加え、事故のリスクにも多大な影響を与える。そこで高速施工及び安全性の向上を目指し、シールド掘削土の搬出方法に加水泥水輸送方式を採用した事例を報告する。

2. 現場概要

福井県北東部を流れる九頭竜川の下流地域は、古来より米作を中心とした一大穀倉地帯を形成している。この農業を支える基幹的用水路は老朽化が進んでいるため、現在、開水路のパイプライン化が進められている。

本工事は、深さ 30m の両発進立坑から 2 工区同時にシールド掘進し、全長 4.8km のトンネルを築造後、農業用水管路を布設するものである（図－1）

本シールド工事は以下の技術的特徴を有する。①小断面（トンネル外径 2,450mm）かつ長距離（上流工区 2,825m, 下流工区 2,026m）のシールド工事である。②両工区にある河川横断箇所では湧水期施工が求められ、工程上の制約がある。そのため、③月進 450m の高速施工が必要となる。④長距離での確実な高速施工を可能とするため、泥土圧式シールド工法を採用しながらも、泥水式シールド工法と同様に掘削残土を流体輸送で搬出する方式である加水泥水輸送方式を採用した。



図－1 路線平面図

3. 加水泥水輸送方式の概要

1) 設備概要

泥土圧式シールドではスクリュウから排土された掘削土をベルトコンベアやズリ鋼車、圧送ポンプを用いて排土する。それに対し加水泥水輸送方式はスクリュウの排土口に合流管（写真－1）と呼ばれるアタッチメントをつけ、その中に泥水を流すことにより掘削土を流体輸送するというシステムである

この工法の利点として①急激な土圧の変動に対し合流管及び送排泥管にて密閉されているため奮発が起きない②掘進時に排土待ちがないためサイクルタイムの短縮③バッテリーロコでの運搬物が資機材のみによる災害リスクの低減④掘削地山の影響が少ない。

欠点として加水泥水輸送方式は、掘削自体は泥土圧式で行うが、掘削土の処理は泥水処理を行うため、泥水処理プラントのヤードが必要となる。



写真－1 合流管

キーワード 泥土圧式シールド施工機械、高速施工、排土設備、加水泥水輸送方式

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設株式会社 土木技術本部 機械技術部 TEL03-3561-3880

2) 設備仕様

表－1に加水泥水輸送方式に関わる設備の主要な仕様を示す。上流・下流と設備は2セット必要となり、泥水処理設備は2本分の処理能力を有している。

4. 施工状況

掘進スピードとしては 100mm/min で高速掘進を行うことができた。

その要因として、合流管の送泥・排泥ラインの取付角度を直線から切羽→坑口のように流れやすくしたことにより、想定した地質での合流管での閉塞を防止したことであった（写真－1）。ただし礫優勢土層や硬質シルト層の掘進時において上流工区・下流工区ともに数えるほどではあるが写真－2のような塊が排土された際に合流管部で閉塞してしまった。その際は出来るだけ合流管部での作業を避けるため、流体輸送の流量や圧力調整をしながら閉塞解除を行った。それでも解除できない場合は、合流管部を解体して閉塞解除を行った。閉塞が起こる可能性が高いと予想される時は、合流管部の圧力調整を頻繁に行った。その理由として、合流管部の圧力が高くなることで排土も困難となる。そして排土が困難となると閉塞の可能性が高くなる。一方、合流管部の圧力が低下すると流体輸送の圧力も減少し、切羽土圧も安定しない。そのため、適度な圧力管理が必要であった。当現場では指示土圧に対し 10～20kpa 程度上乗せして合流管部圧力を管理した所、問題なく施工できた。掘削する対象地質が変わる毎にこの合流管部圧力は変化するものと考えられる。

5. 高速施工対策

河川の渇水期にしか河川横断が出来ないため、上記記載の通り月進 450m の高速掘進が求められた。また 1 つの立坑から 2 本のシールドトンネルを同時に施工しなければならなかったため、立坑部での揚重作業などの繁忙による災害のリスクが高かった。そこで加水泥水輸送方式を採用することにより、セグメント及び資機材の搬入のみの立坑利用となった。その結果、立坑の繁忙状況を緩和し、災害リスクの低減が図れた。さらに、実際の施工時では、立坑の繁忙緩和が大きく工程短縮に繋がった。そして両工区とも工程の最大のボトルネックであった河川横断を計画工期内で施工を完了した。シールド工事において上流工区については平成 27 年 3 月 7 日、下流工区については平成 27 年 3 月 17 日にそれぞれ無事に到達した。上流側の最大月進 516m/月、下流側の最大月進 421m/月をそれぞれ達成した。実績工程を示す。（表－2）

6. おわりに

本報告にあるように計画から施工まで無事掘進が完了した。御指導下さった発注者の方々、及び毎日現場にて必死に作業を進めてくれた関係各社の方々にこの場を借りて感謝の意を述べたい。これから工事は二次覆工に取り掛かる。今後も大きなトラブルなく施工を進める所存である。

表－1 加水泥水輸送方式の主要な仕様

使用場所	区 分	数量	仕 様
上流	送泥ポンプ台数	2台	圧力制御 100～230kPa、合流管圧力伝送器0～500kPa
	排泥ポンプ台数	10台	流量制御 1.5m3/min、P2ポンプ揚程39m
	最大掘進速度		6cm/min対応、掘削流量0.179m3/min
	排土管理	一式	電磁流量計・γ線密度計、電磁流量計0～2m3/min 密度計1.0～1.5t/m3
	中央監視操作システムPC	3台	MMI・EWS(Windows7)、流体自動操作・土量管理
下流	送泥ポンプ台数	2台	圧力制御 100～230kPa、合流管圧力伝送器0～500kPa
	排泥ポンプ台数	8台	流量制御 1.5m3/min、P2ポンプ揚程39m
	最大掘進速度		6cm/min対応、掘削流量0.179m3/min
	排土管理	一式	電磁流量計・γ線密度計、電磁流量計0～2m3/min 密度計1.0～1.5t/m3
	中央監視操作システムPC	3台	MMI・EWS(Windows7)、流体自動操作・土量管理
地上泥水処理設備	一次処理装置	一式	乾砂量：50t、処理水量3.4m3/min
	二次処理装置	一式	ケーキ排出量：7.3m3/回、スラリーフィード圧力：0.59MPa、圧搾圧力：0.64MPa



写真－2 閉塞物

表－2 掘進実績

