

泥土圧シールド工事の立坑内土砂圧送による掘削土搬出について

西松建設(株)関東土木支社 正会員○ 須崎 貴裕

西松建設(株)土木設計部 正会員 山本 達也

1. はじめに

近年、既存インフラの老朽化に伴う更生・更新工事が盛んに行われており、現況の社会的サービス機能維持の観点から、これら工事の円滑な遂行は、喫緊の課題である。またさらには、2020年東京オリンピックによるインフラ整備の需要急増に伴い、昨今の工事工程の厳守はますます厳格化する傾向にある。

今回の対象工事は送水管路の更新工事であり、河川を横断する送水管路を泥土圧シールド工法で構築するものである。本工事は、渇水期内に河川区域（堤防部及び低水路部）を横断することが求められた。渇水期内の河川区域施工完了を確実なものとするため、シールド工事の中でもクリティカルパスであった土砂搬出のうち立坑での土砂運搬に着目した。ズリ鋼車を立坑にてクレーンにて引き上げて土砂ピットに排出するという当初計画の方法に替え、ズリ鋼車の土砂を立坑内に設置した土砂圧送ポンプにて地上まで圧送する方式を選択し、工程短縮を図った。本報文は、立坑内土砂圧送の方法および施工上の工夫・留意点について述べる。

2. ズリ搬出方式の選定および施工サイクルタイムの比較

立坑部における土砂搬出方式について、当現場における適用性を考慮し比較検討を行った。ズリ搬出方法の比較選定表を表-1に、サイクルタイムの比較を表-2に示す。その結果、立坑内設備の大きな配置換えを要さず設置可能で、工程短縮を可能とすることから圧送ポンプによる土砂圧送式を採用した。

表-1 立坑内ズリ搬出方法比較選定表

	ズリ鋼車式（当初計画）	垂直ベルコン式	圧送ポンプによる土砂圧送式
工法概要	・坑内での土砂運搬のために用いたズリ鋼車を立坑から橋型クレーンにて直接引上げて土砂ピット上で転倒させ、土砂を排出する。 ・機構が簡単のため、メンテナンスが容易である。	・垂直ベルコンにて立坑上方へ土砂を上げる。代表的なものに多数のバケットを回転させ、土砂を運搬するバケットエレベーターがある。 ・立坑のクレーンと独立して土砂運搬が可能で、工程短縮が期待できる。	・スラリーポンプにて圧送する ・対象地盤は主に粘性土だが、適切な添加材を用いることで砂地盤でも適用可能である。 ・土砂運搬にクレーン作業がなく、安全性が向上する。また、同時進行で他の揚重作業が可能となり、工程短縮が期待できる
現場への適用性	・坑内運搬に用いている鋼車をそのまま、引き上げるため、設備が簡便である。また、土質の変化に対する適用性も高い。 ・1Rあたり5回のズリ鋼車引上げが必要であり、立坑の橋型クレーンの作業量が非常に多い。	・立坑上下に、垂直ベルコンに付随する横引きベルコン等の設備が必要となり、設置スペースが確保できない。 ・当現場で排出される加泥混じりのスラリー状の土砂は若干運搬能力が落ちる。	・垂直ベルコンと比べて、省スペースで設置が可能である。 ・加泥混じりのスラリー状の土砂も圧送することができる。
評価	△	×	○

表-2 サイクルタイムの比較

ズリ鋼車式（当初計画）		圧送ポンプによる土砂圧送式	
①ズリ鋼車玉掛け	1分	①スライドジャッキセット	1分
②吊上げ・土砂ピットへ移動	2分	②ズリ函引込み・戻し	1分
③ズリ函転倒・清掃	1分	③トラバーサー移動・セット	1分
④吊下ろし・玉外し・セット	2分		
6分/サイクル		3分/サイクル	
短縮時間：3分×5函/R×6R/片番＝90分/片番			

キーワード 泥土圧シールド、土砂圧送、スライド鋼車、加泥材、工程短縮

連絡先 東京都港区虎ノ門1-1-18 ヒューリック虎ノ門ビル 3F 西松建設(株)関東土木支社 TEL:03-3502-7556 FAX:03-3502-7645

3. 土砂運搬方式詳細

トンネル坑内は、当初計画どおりズリ鋼車にて土砂運搬し、立坑下部で圧送ポンプのホッパーに土砂を投入する計画とした。土砂運搬の模式図、使用したポンプおよび設置した配管状況、土砂ピットへの排出状況を図-1に示す。立坑にて土砂圧送ポンプを採用し、サイクルタイムの向上を実現するにあたって、ズリ鋼車からホッパーへのスムーズな土砂投入方法の確立が新たな検討課題となった。

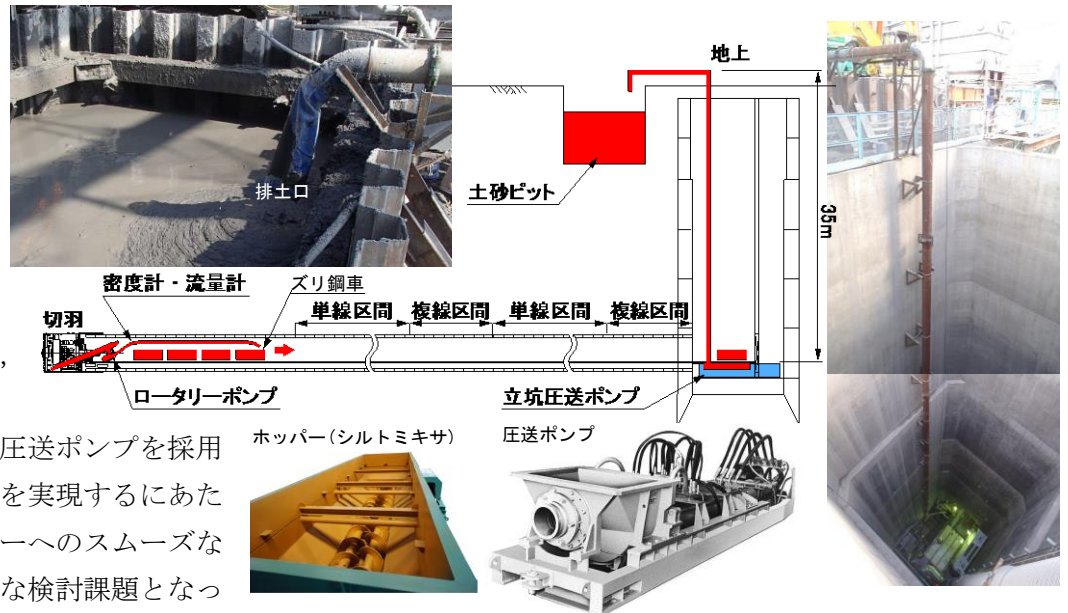


図-1 土砂圧送模式図と使用機器および施工状況

4. スライド鋼車採用

スムーズにホッパーへの土砂供給を行うための対策として、スライド鋼車を採用した。スライド鋼車の排土機構と施工状況を写真-1、図-2に示す。加えて、発進立坑付近は複線軌道とトラバサを設置し、ズリ鋼車が平面的に離合可能なレイアウトとした。これにより、立坑内での土砂搬出に関する揚重作業を省略し、地上でセグメント等の資機材の荷受作業を並行作業で行うことができ、安全性とサイクルタイムが向上した。

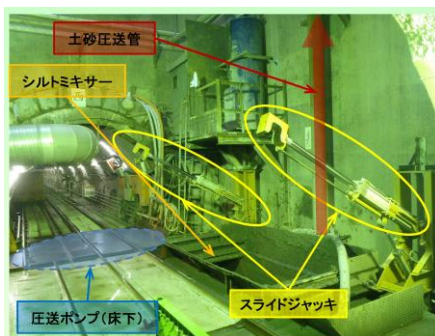


写真-1 スライド鋼車施工状況

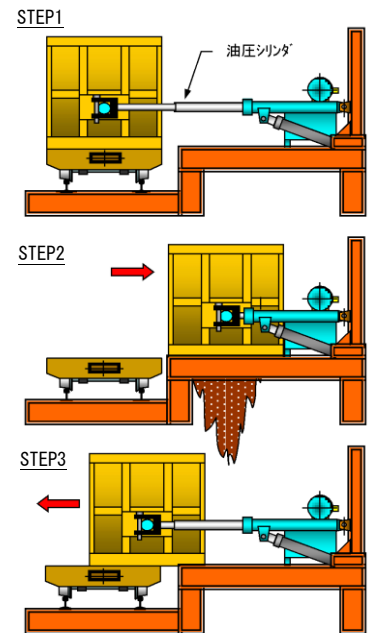


図-2 スライド鋼車機構

5. 土砂圧送ポンプ使用に伴う留意点について

本工事では路線前半は粘性土主体の地盤であり、圧送ポンプによる土砂搬出も順調であったが、路線後半では砂質土主体の地盤となり、しばしば土砂圧送中に圧送管が閉塞した。また、1,200m 付近掘削時には、ポンプのメガネ板の磨耗により圧送不能となった。特に砂質土主体の地盤では、適切な加泥材の選定や量の管理を行うと共に、磨耗等に対する予備品の準備等が欠かせないことがわかった。

6. おわりに

今回、工程短縮の課題に対して、立坑での土砂排出方法を見直すことにより、当初計画での施工サイクルと比較して、片番で1Rずつ、月当りに換算して60m程多く進捗を上げることが出来た。結果として、最大月進量としては388mを達成し、無事に渇水期内に河川区域を通過し、シールド掘進を終了することが出来た。この報文が今後、同種工事の参考になれば幸いである。