解説　礫・玉石に挑む

玉石混り砂礫地盤において長距離を克服！

船橋　透（ふなばし　とおる）
機動建設工業㈱
関東支店工事部長

泉　恵介（いずみ　けいすけ）
機動建設工業㈱
関東支店工事部

1　はじめに

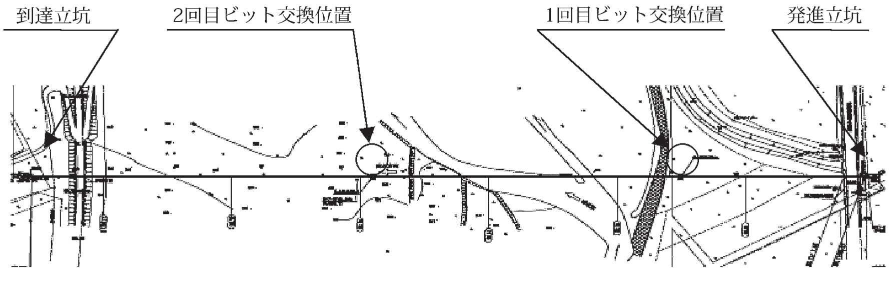
北海道河西郡中札内村は帯広市の南部に位置し、ここで述べる「戸蔦送水幹線用水路札内川横断工」は用水路事業として計画された工事である。推進管路は札内川を横断し、河原に生育するケショウヤナギやエゾサンショウウオの生息環境に配慮する必要があった。また、札内川は、道内屈指の水質を誇っており細心の注意を払わなければならない。その中で、砂礫層地盤においての長距離（推進延長L＝649.2m）推進工事となるため、以下の課題を克服するため検討した。

2　工事概要

工 事 名：札内川第二（二期）農業水利事業
　　　　　戸蔦送水幹線用水路札内川横断工建設工事
施 工 者：西松建設㈱
施工場所：北海道河西郡中札内村南札内地先
施工時期：平成21年5月
　　　　　～平成22年3月
管　　径：内径1500mmダクタイル管
　　　　　（U型5種　L＝6.0m）
推進距離：649.2m（直線）
土　　質：玉石混り砂礫
　　　　　（想定礫径＝900mm）
　　　　　N値＝50以上
工　　法：礫泥水式アルティミット工法
掘 進 機：ユニコーンロングDHL-1350
　　　　　（φ1500ダクタイル管仕様）

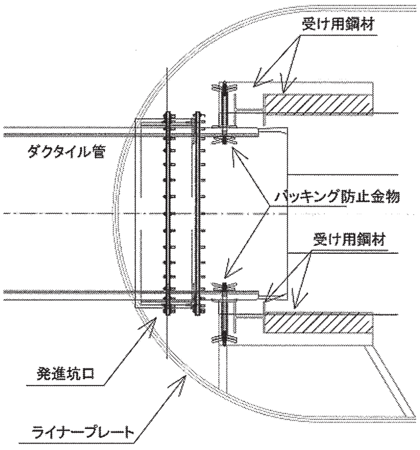
3　問題点

①高水圧対策
②閉塞等による地上への奮発の懸念
③砂礫層における掘進機面版のビットの摩耗
④推進力増大に対する検討
⑤その他

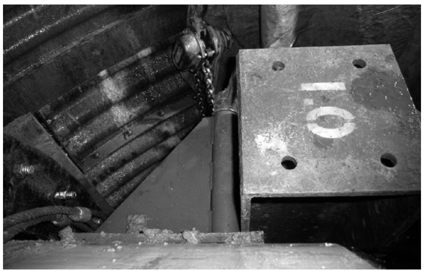


図－1　推進路線平面図

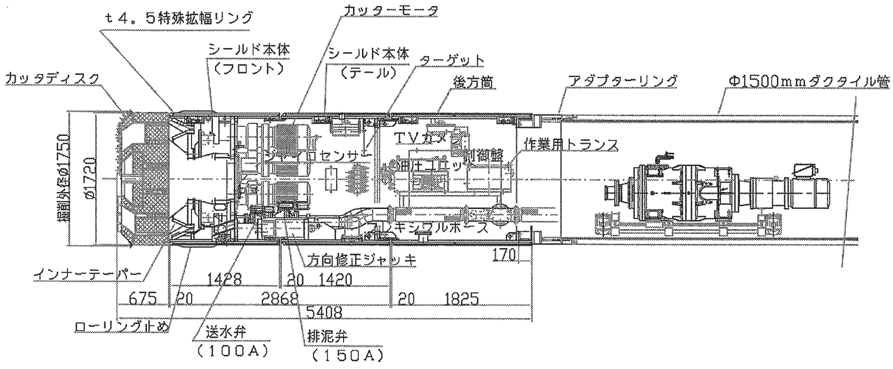
写真－1　札内川



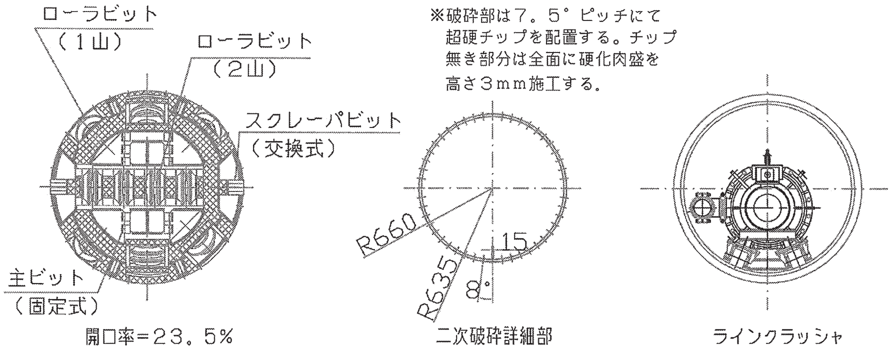
図－2　バッキング金物取付概略図



写真－2　バッキング金物取付状況



図－3　ユニコーンロング（ϕ1500ダクタイル管仕様）



図－4　掘進機面版等

4　対策

①高水圧下での初期推進時のバッキング対応

地下水圧において推進管接続時に生じるバッキングを防止するため、ダクタイル管側面に滑材注入孔を設け、それを利用しバッキング防止金物を取り付け、バッキング防止策を施した。

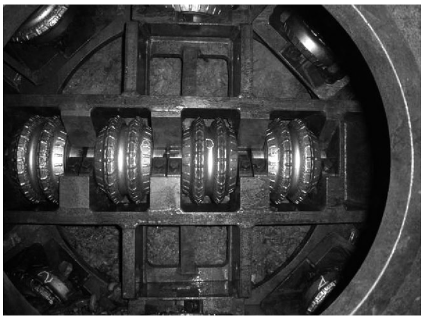
②閉塞等による地上への奮発について

泥水工法において、掘進機チャンバ内や排泥管、中継ポンプ等での閉塞等が発生すれば、切羽での圧力上昇により地上への泥水が奮発する。それを防ぐため、掘進機切羽に異常な泥水圧が発生すると同時に自動で掘進機内バイパスが開き、圧力を制御する機能を装備した。

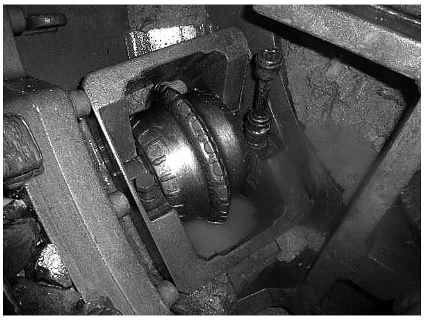
③ローラビットの摩耗

砂礫層で長距離推進を行う場合は、ビットの磨耗により切削能力の低下や推力の上昇が生じ、推進不能となる。今回の工事では、交換回数を検討したところ最低二回のビット交換を必要となった。しかし今回の施工場所では、地上からの対応は不可能であるため、機内からビット交換が可能な掘進機

写真－3　ビット交換作業状況



写真－4　ビット交換完了（機内より撮影）



写真－5　外周部交換状況

ユニコーンロングを選定した。そして、管路途中二箇所に先行して地盤改良区間を設け、その位置に達した時点で掘進機隔壁に設けたマンホールからチャンバ内に入り、ローラビットの交換を可能とした。

実際の交換作業は、予定通り二回行い、すべてのビットを無事交換することができた。

また、礫破砕機能低下防止対策として、ユニコーンロングにおける二次破砕機能として標準装備しているブレードクラッシャを、コーンクラッシャ構造に一部改造し対応した。

尚、二次破砕の心臓部であるコーン部の礫破砕チップおよび母体の摩耗が生じ、破砕能力の低下を懸念し、掘進機の後方にラインクラッシャを装備し対応した。

実際に、推進延長が500mを超えたあたりから破砕された砂礫が大きくなり、排泥側での閉塞が多発したため、ラインクラッシャの使用を開始した。破砕された砂礫の破片は使用開始前と比べるとラインクラッシャの機能が発揮されたことが確認できた。

写真－6　掘削残土比較
（左：ラインクラッシャ使用後、右：ラインクラッシャ使用前）

④推進力の検討

砂礫層の長距離推進であることから、大きな推進力の上昇が想定された。そのため滑材注入方法としてアルティミット滑材充填システムを採用し、滑材はアルティ - クレイ・アルティ -Kを使用した。

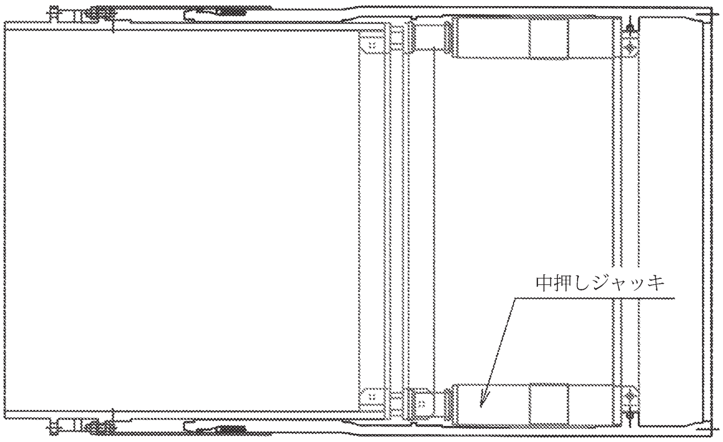
また大きな推進力を分散させるため、中押し装置（中間スリーブ）2段を使用し、推進力を効率よく分散させて長距離推進を施工することができた。

⑤その他の対策

1）掘削土量管理システムの採用により、リアルタイムの掘削土量を監視。
2）水レベル計、ジャイロコンパス、自動測量システムの採用。
3）排泥管材の肉厚管の使用と管厚測定実施および磨耗部の管の回転対応。
4）ジェットミキサ使用により逸泥対策の早期作泥水作成対策。

泥水式推進工法では、砂礫層での逸泥水の対応として、一般的に撹

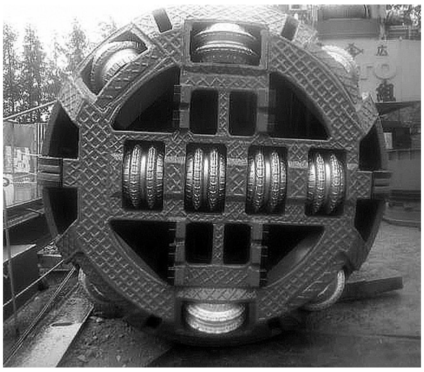
写真－7　中押しジャッキ組立（中間スリーブ）



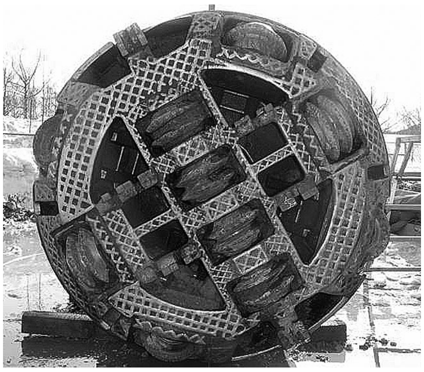
図－5　中押し管側面図

拌式の水槽を使用するが、逸泥水が頻繁に起きるような地盤においては作泥水が間に合わなくなる。そこで、今回採用したジェットミキサは、回転撹拌機能の水槽に対し、速く多量に作泥することができ、粘性等を高く作液することが可能である。そのため、泥水の比重、粘性、量の調整を速やかに行うことを可能とした。

5）泥水二次処理において、PAC剤を使用するのが一般的だが、この保管や搬入管理の難しさを容易にした材料である高分子凝集剤（ソイルフレッシュ）を使用することで、泥水処理機能の循環効率化を計った。



写真－8　掘進機搬入時



写真－9　掘進機到達時

（使用前）

（使用後）

写真－10　排泥ポンプのインペラー摩耗状況

5 おわりに

当現場では、さまざまな要素や条件から想定日進量を下回り、極寒の季節に入り始めれば、凍結や雪との自然環境にも対処せざるを得ない状況の中での推進工事となってしまったが、前述のように種々の問題点を克服し無事に到達・施工完了することができた。

しかし、到達してくれた掘進機を確認すると、掘進機面板本体の摩耗が偏って確認された。また､使用機械（設備）においても砂礫による摩耗・損傷が多数発生した。

この工事を振り返ると、想定外の対応は、排泥ポンプの磨耗による部品交換作業の回数と、一般に使用されるヒューム管と違い、使用したダクタイル推進管のひずみ量等、ダクタイル中押し管等であった。当初は中継ポンプの部品交換想定回数は二回と覚悟をしていたが、最大で四回行ったことだ。さらなる耐久性の向上の必要性を痛感した。

写真－11　降雪後の施工現場

また、長距離で使用するダクタイル推進管においては、軸方向耐荷力での検討のみならず、ひずみ、浮力等を考慮し、長さ、管種に対し、より綿密な検討が必要であった。

最後に、発注者をはじめ、この工事の施工者である西松建設㈱の絶大なるご支援ご鞭撻と、この工事に携わっていただいた協力業者の方々に対し深く感謝いたします。

○お問い合わせ先
機動建設工業㈱
［技術本部］
〒553-0003
大阪市福島区福島4-6-31機動ビル
Tel：06-6458-6183
Fax：06-6545-0274
［関東支店］
〒114-0004
東京都北区堀船2-19-19
パレ・ドール王子ビル5階
Tel：03-5959-2281
Fax：03-5959-2287
URL：http://www.kidoh.co.jp