

# 巨礫混じり砂礫層における 長距離推進の施工

外館 良之\*  
Yoshiyuki Todate

## 1. はじめに

本工事は国内では前例のない最大礫径 900 mm の玉石の存在が想定される土質での延長 649.2 m の長距離推進を施工したもので、本稿ではその実績について報告する。

## 2. 工事概要

工事名 札内川第二（二期）農業水利事業  
戸蔦送水幹線水路札内川横断工建設工事  
発注者 北海道開発局 帯広開発建設部  
工事場所 北海道河西郡中札内村南札内（図一）  
工期 平成 20 年 10 月 7 日～平成 22 年 6 月 30 日  
工事内容 推進工（泥水式）L=649.2 m（直線）  
推進管 φ1500 mm ダクタイル鋳鉄管（U 形 5 種）  
推進機 ユニコーンロング DHL-1350 改（写真一）



図一 工事場所位置図



写真一 推進機

## 3. 地質概要

推進部の土質は最大推定 900 mm の玉石が存在する玉石混じり砂礫層であり、立坑掘削時に 800～900 mm の玉石を確認した。玉石の一軸圧縮強度は 60～70 MPa と推定されていたが、立坑掘削中に玉石を採取して圧縮強度試験を行ったところ 264 MPa と推定の 3 倍以上の強度であった。

## 4. 課題とその工夫

本工事は施工に際し、以下の課題があった。

### (1) 面盤ビットの摩耗

本工事に於いてビットの摩耗について検討したところ、推進可能距離は 262 m であり途中で 2 回のビット交換が必要となる。中間立坑の構築が出来ないことから地上から薬液注入工のみを施工し、地中にて推進機内からビット交換を行った。

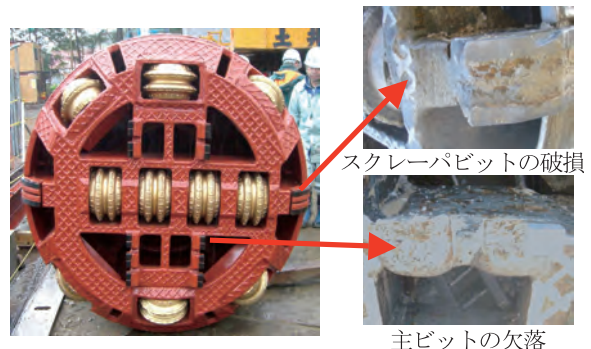
ビット交換時の安定確保等を目的に圧気工法を併用した。圧気は推進管口にロックユニットを設置して全管圧気とし、圧気圧は 0.08 MPa とした。

ビット交換には 10 日間を要したが掘進停止に伴う推力の上昇も見られなかった。表一にビット交換実績（2 回目）を示す。

機内にて交換したローラービットには顕著な摩耗は見られなかった。しかし到達後に確認したところローラービットのチップが大幅に摩耗していた。さらに主ビットの 1/3 が欠落し、スクレーパービットも破損していた（写真二）。

表一 ビット交換実績

日付	曜日	作業内容
9月11日	金	自動測量器撤去・チャンバー内清掃
9月12日	土	圧気設備設置、ジャイロ・水レベル計撤去
9月13日	日	休工期
9月14日	月	圧気設備試運転・調整
9月15日	火	チャンバー内清掃
9月16日	水	ビット交換（5個）
9月17日	木	ビット交換（5個）
9月18日	金	圧気設備撤去、ジャイロ・水レベル計復旧
9月19日	土	自動測量器設置、排泥ポンプ整備、縁切
9月20日	日	休工期
9月21日	月	掘進再開



写真二 ビットの破損、欠落状況

\* 西日本（支）高松中部バイパス（出）

(2) 礫破碎機能の低下

推進機内のブレードクラッシャの摩耗による二次破碎機能低下に備え、三次破碎機能として推進機後方にラインクラッシャを用意しておいた。

排泥管内での閉塞が多発した525m付近からラインクラッシャを使用し始めた。ラインクラッシャの使用により閉塞は減少したが、630m付近からラインクラッシャも摩耗し始めたことで破碎後の礫径が大きくなり、再び閉塞が多発した。内径1500mmの推進管内ではラインクラッシャの整備もできず、その後は掘進速度を低下させて閉塞を防止しながら掘進した。

(3) 推進力の上昇

推力の上昇が想定されたことから、滑材注入方式として「アルティミット滑材充填システム」を採用した。

推進ジャッキは元押し装置（装備推力7,840KN）と中押し装置（装備推力4,900KN）を2箇所設置した。

中押し装置の設置位置は設計では37と82本目とされていたが再検討を行い、設置位置を変更した。中押し装置の設置位置を表-2に示す。

掘進開始直後は想定推力の約60%で推進した。しかし河川横断開始直後（210m）から推力が上昇傾向となり、290m付近で想定推力を超過したことから一段目中押し装置を使用して掘進を行った。当初の中押し装備推力にて縁切りが出来なかったため、第一中押しのジャッキ増設を行った。2回目のビット交換中に第二中押しについても増設を行った。

2回目のビット交換後掘進を再開した。410m付近にて推力が上昇し第二中押しを使用した。管周全体に固結性滑材を補足注入することにより推力を低減でき日進量も回復した。

しかし推進延長525m付近より再び推力が上昇し、日

表-2 中押し装置設置位置

	中押し装置設置位置	
	一段目中押し	二段目中押し
当初設計	37本目 (218.62m)	82本目 (485.24m)
再検討結果	26本目 (152.62m)	63本目 (371.24m)
実施工	21本目 (122.62m)	52本目 (305.24m)

表-3 装備推力変更経緯

	装備ジャッキ推力		
	元押	一段目中押	二段目中押
当初	1,960KN/本×4 =7,840KN (800tf)	490KN/本×10本 =4,900KN (500tf)	490KN/本×10本 =4,900KN (500tf)
変更① (8/31)	↓	490KN/本×12本 =5,880KN (600tf)	↓
変更② (9/18)	↓	↓	490KN/本×12本 =5,880KN (600tf)
変更③ (11/25)	2,450KN/本×4本 =9,800KN (1,000tf)	980KN/本×12本 =11,760KN (1,200tf)	980KN/本×12本 =11,760KN (1,200tf)

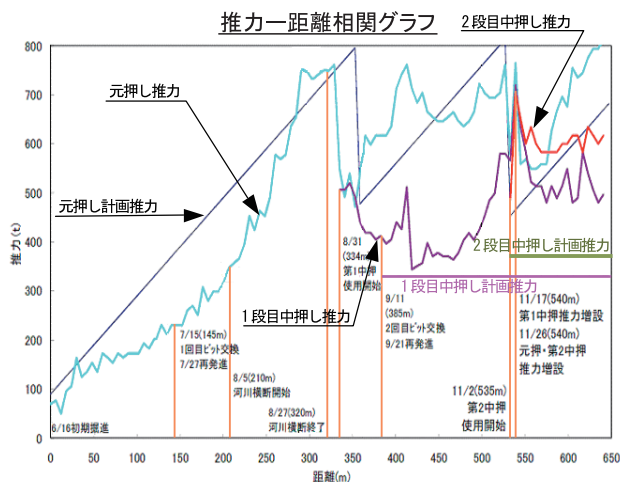


図-2 推力グラフ

進量も0.2m/日まで低下した。滑材補足注入も効果はなく、その他の対応策も検討したが、結論として現場で直ちに実現可能な対応策として、中押し装置および元押し装置の増強を図った。表-3に装備推力変更経緯を示す。

油圧ユニットの能力、管の耐力の関係上最大推力を中押し7,060KN(720tf)、元押し8,820KN(900tf)として掘進を再開した。ジャッキ増強の結果日進量は約4.0m/日まで回復した。その後も機械故障や坑口止水パッキンの破損等のトラブルが続いたが、推力の上昇はなく平成22年2月1日に到達した。図-2に推力グラフを示す。

5. まとめ

ビットの摩耗に対しては機内からのビット交換、礫破碎機能の低下に対してはラインクラッシャの追加により対応できた。しかし到達後のビットの破損状況等から、砂礫層における長距離推進については主ビット等も交換可能なタイプとするとともに、延長400m程度にてプラント等も含めて中間整備を行うべきと考える。

ジャッキ推力の上昇の原因としては、①ダクタイト管はヒューム管に比べ管長が6.0mと長く、蛇行に関しての追従性が悪いこと。②ダクタイト管は単位長さ当たりの重量が軽いことから管が浮き上がり、管上部が地山とせることで、推力が高くなりやすいこと。③ダクタイト推進工法用の中押し管は当て輪を介して推力を伝達する構造であり、管芯と中押しジャッキの中心が一致しないため推力の伝達性が低いこと、等が挙げられる。今後、ダクタイト铸铁管での長距離推進の施工に際しては、中押しジャッキのジャッキ効率を低めとしてジャッキ能力を検討するなどダクタイト管の特性を踏まえて設備を検討する必要がある。

謝辞. 本工事の施工にあたり御指導いただきました発注者、本支店の皆様に謝意を表します。