技術紹介

火山性転石地盤における農業用パイプライン工事の施工技術

梅林建設株式会社
土木部
佐藤英紀　梶原貴行

1 工事概要

今回の農業用パイプラインは、宮崎県小林市の浜ノ瀬ダムから小林市、えびの市及び高原町の二市一町に広がる農地四、一五〇haへ農業用水を供給する九州農政局西諸地区畑地かんがい事業であり、小林市南西方地内において高速道路約六m、主要県道約七m、河川約三mの小土被りで横断する計画となっていた。

当工事は、管径八〇〇mmの推進用鉄筋コンクリート管を泥濃式推進工法による管延長一五九・四m、下り勾配七・〇％（高低差H＝一一・二m）の推進工事であり、管内に径七〇〇mmの内挿管（ダクタイル鋳鉄管P－Ⅱ形）を埋設するパイプインパイプ工法が採用されていた。（図1参照）

当工事の施工上の課題は、推進対象地盤において火山性の転石・巨石、粘性土、砂礫土が不規則に出現し、推進不能になる可能性が高く、詳細な地盤調査とその結果に基づく最適な推進機の選定及び推進管理によって工期遅延を防止することであった。

本報では、高速道路、主要県道及び河川の直下にある火山性転石地盤において小土被りで施工した推進工の概要を紹介する。

2 地質特性と施工条件

事前ボーリング調査において、推進工の発進立坑側はN値三〇程度と硬くはないものの、ボーリングコアにて径一七cm前後の火山性転石が確認された。一方、中間部及び到達立坑側はN値一〇以下の粘性土地盤が確認された。（写真1参照）

この発進立坑、中間部及び到達立坑の三箇所の事前ボーリング結果は

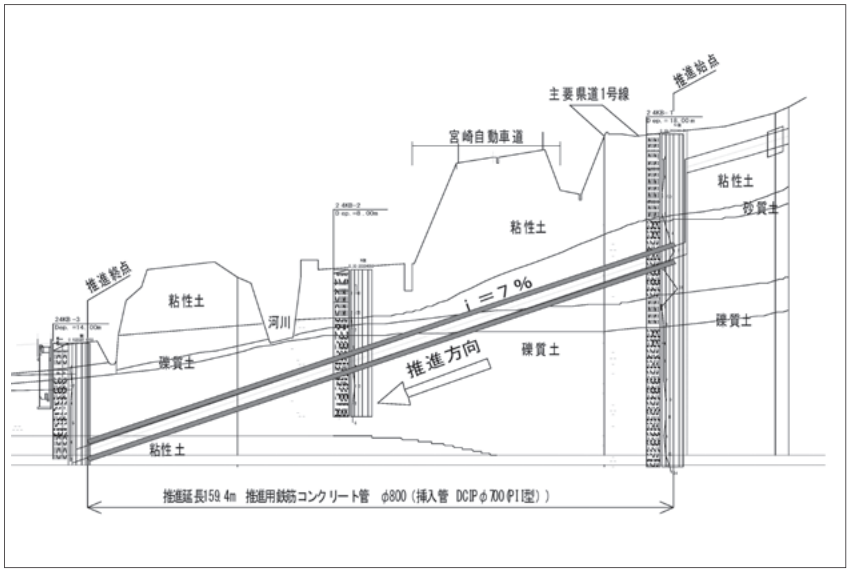


図1　パイプライン縦断図

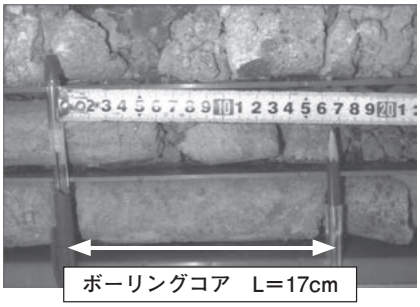


写真1　火山性転石

鉛直方向であり、水平方向の推進における複雑かつ急激な地層変化を予測できず、施工トラブル等への対応が困難になると考えられた。

また、当地域は名水百選「霧島レッカ水」が湧出し地下水が豊富であることから、飲料用一三〇軒、鯉養殖用三箇所で利用されていた。このため、推進工事に伴う地下水低下によって、高速道路及び主要県道を含む周辺地盤の沈下、地下水利用への影響が懸念された。

以上のような地質特性において、パイプインパイプ工法による内挿管のカラー部分（外径φ七五九・二㎜）が推進管に対して四〇・八㎜の余裕しかなく、下り勾配七％の推進管約一五九ｍの推進精度として、通常の推進管理基準値（基準高±二〇㎜、中心線ズレ±六五㎜）よりも厳しい偏心目標値二〇㎜を設定した。

3 推進機の選定

(1) 地盤調査

火山性転石地盤に対して、局部的な情報に限定される事前ボーリング調査より多くの情報を得る必要があると判断し、観測井設置時に地盤試料を直接採取した。

発進立坑部の観測井設置では、地表下六ｍから礫が現れ、最大長約九㎝の礫コアを採取した。中間部及び到達立坑部の観測井設置では、礫は採取できなかった。

これより、事前ボーリング及び観測井の採取コア長は最大一七㎝であったことから、実際の礫径は三倍程度を目安にするという文献をもとに、最大径五〇㎝程度の転石の存在を予想した。（図2参照）

また、発進立坑土留め矢板（鋼矢板Ⅲ型、Ｌ＝一二・〇ｍ、油圧圧入工法）の試験施工においても、火山性転石によって地表下六ｍで打設不能による高止まりとなり、発進立坑付近の広範囲に火山性転石の存在を確認したため、発進立坑土留め矢板施工は硬質地盤クリア工法を採用した。発進立坑掘削時、一三〇〇×八〇〇×八〇〇の巨石（約四ｔ）が地表下六ｍ以深から出現し、適切な工法の採用が工程遅延回避につながったと考える。（写真2参照）

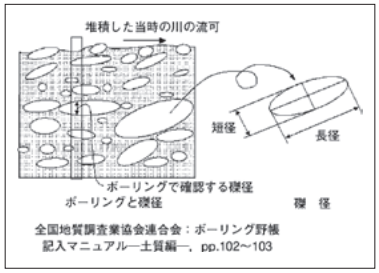


図2　ボーリングと礫径の関係

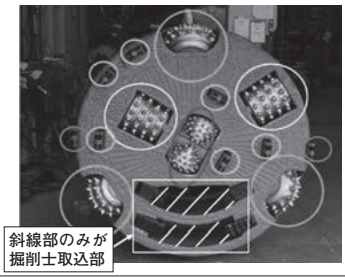
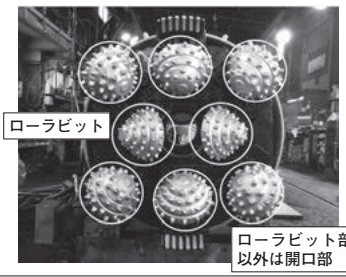
写真2　出現した巨石

(2) 推進機の選定

当初設計の普通土対応型推進機では、火山性転石によって推進精度が低下すること、高速道路、主要県道及び河川の直下で推進不能になった場合には中間立坑による推進機の回収が困難であること、等の懸念事項があった。さらに、周辺地盤への泥濃逸出及び滑材漏洩による地下水汚染を防止する必要があった。

さらに、推進機の機種選定後、機械メーカーへの発注、製造、現場搬入、機械組立整備まで約二ヶ月半の期間を要するため、選定機種が現場に不適な場合には工期全体に影響することも大きな懸念

表1　推進機選定比較表

機種	普通土対応型推進機	岩対応型推進機
推進機先端カッタービット	 斜線部のみが掘削土取込部	 ローラビット　ローラビット部以外は開口部
適用地盤	砂質土、粘性土、砂礫	転石、巨石、岩盤
推進能力	元押し最大300ｍ	元押し最大300ｍ
推進精度	転石に影響を受ける	転石の影響なし
施工トラブル	地盤変化に対応不可	土砂～岩盤まで可能
評価	―	○（採用）

事項であった。

このため、推進機の選定条件として、地形地質特性、推進機能力、推進精度、施工トラブル等を十分に比較検討し、岩対応型推進機を採用した。

（表1推進機選定比較表）（写真3参照）

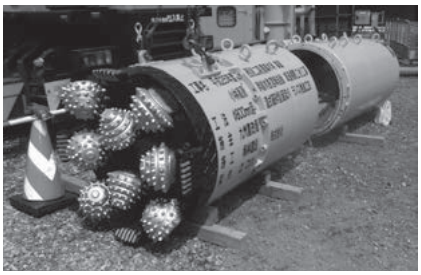


写真3　岩対応型推進機

4 推進管理

火山性転石地盤における推進精度を確保する方法として、以下の対策を実施した。

(1) レーザー光照射確認

毎日の作業開始前に、推進管センターの位置確認を行い、施工中は常時、レーザー光の照射角度をマシン操作モニターで確認した。併せて、管内においてテールボイドや管内目地の開きを測定し、地盤からの外圧の影響を確認した。（写真4参照）（写真5参照）

写真4　レーザートランシット

写真5　マシン操作モニター

また、発進後二〇m及び一〇〇m付近に到達した時点で、切羽作業（掘進作業）を一時中断し、レーザー光照射による測量を実施した。

(2) 推進管理

推進機の上下蛇行や水平蛇行を管理するため、ジャッキスピードによる切羽圧力管理、モニター画面による排土バルブ操作調整をおこなった。とくに、掘削土の取込み過ぎによる地山陥没は、高速道路及び主要県道の変状を引き起こし重大な事故につながるため、排土量及び切羽の泥水材逸脱には細心の注意を払いながら推進した。

滑材の逸脱を防止するため、地表面は管センター上の目視、地中は観測井内の水質調査にて監視した。

5 施工結果

火山性転石は管路全体に渡り出現したが、転石周囲が固結粘性土で覆われていたため、転石切削時の空転もなく、粘性土と同時に取り込み、排土できた。このため、粘性土地盤において閉塞による推進不能状態も避けることができ、転石周囲に空洞がある場合の推進不能や推進機の蛇行も発生しなかった。

最も懸念された推進精度は、目標値二〇㎜に対して到達部で一二㎜の偏心に収まり、内挿管も問題なく設置できた。（写真6参照）（写真7参照）

近隣湧水箇所や地下水への滑材の流出も確認されず、さらに掘削土の取り込みすぎによる周辺地盤沈下は地表面構造物の沈下計測でも確認されなかった。

写真6　推進精度管理

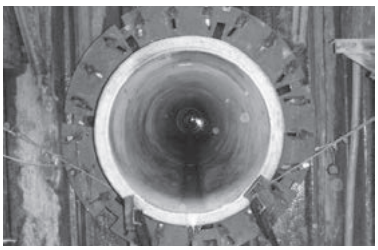


写真7　到達した推進管

6 結び

推進工事では、地質や地下水、施工機械能力、施工精度、周辺環境等の事前調査検討を十分に行い、施工中のトラブルを可能な限り予測して対策を講じることが重要である。

今回の工事では、火山性転石地盤の特性把握、岩対応型推進機の選定及び十分な推進管理を実施したことが、大きなトラブルによる遅延もなく、工期内に無事完了したと考えられる。

今後も、新技術新工法の開発によって施工技術が発展することは明らかである。その一方、現場の施工条件に照らし、成熟した既存の施工技術を適切に選択して活用することは益々重要になると予測され、現場施工技術の発展に微力ながら寄与していたい。