

国営環境保全型かんがい排水事業根室地区に おける推進工法の設計事例 —誘導式水平ドリル工法—

釧路開発建設部 根室農業事務所 第2工事課 ○蛭川 聡一郎
上田 美樹男
荒木 美裕

国営環境保全型かんがい排水事業「根室地区」では、地区内における用水路において劣化に伴う漏水事故が発生しているほか、水需要の変化に伴う通水能力不足が生じていることから、用水路の改修を行っている。

用水路改修においては維持管理や経済性を踏まえた路線配置を検討するが、土地所有者との協議による制約条件も発生するため、一部の区間で推進工法による施工を実施している。

本報では、誘導式水平ドリル工法を活用した設計事例について報告するものである。

キーワード：環境保全型かんがい排水事業、パイプライン、推進工、誘導式水平ドリル工法

1. はじめに

本地区は、北海道根室市に位置する受益面積5,896haの大規模酪農地帯である。

地区内の用水施設は、根室区域農用地開発公団事業（昭和49年度～昭和58年度）により整備されたが、造成後30年以上が経過し、劣化に伴う漏水事故等が発生している。また、水需要の変化に伴い通水能力不足が生じており、適正なかんがい用水の利用に支障を来している状況である。

国営環境保全型かんがい排水事業根室地区において、用水施設の改修整備を行い、家畜ふん尿と農業用水の適正利用を図り、農業生産性向上と環境負荷の軽減に配慮した農業の推進に資するものであり、本事業は平成25年度から着工している。

2. 設計概要

本地区における用水路改修路線のうち、一部の区間において概略設計で、道道路盤内に用水路を配置する路線を計画していた。しかし、実施設計時の道路管理者との協議において、道道路盤内に路線配置する場合、用水路の破損による道路陥没が懸念されるため、極力配置しないことが求められた。

そこで、路線配置計画を再検討し、安全性と経済性を両立した路線配置を計画することとした。

新たな路線配置計画では道道横断工（推進工）を伴うが、地形状況から地区で一般的に使用しているインパクトモール工法は使用できない状況であったため、「誘導式水平ドリル（HDD）工法」を採用した。

なお、概略設計と実施設計の路線計画図を図-1に示す。

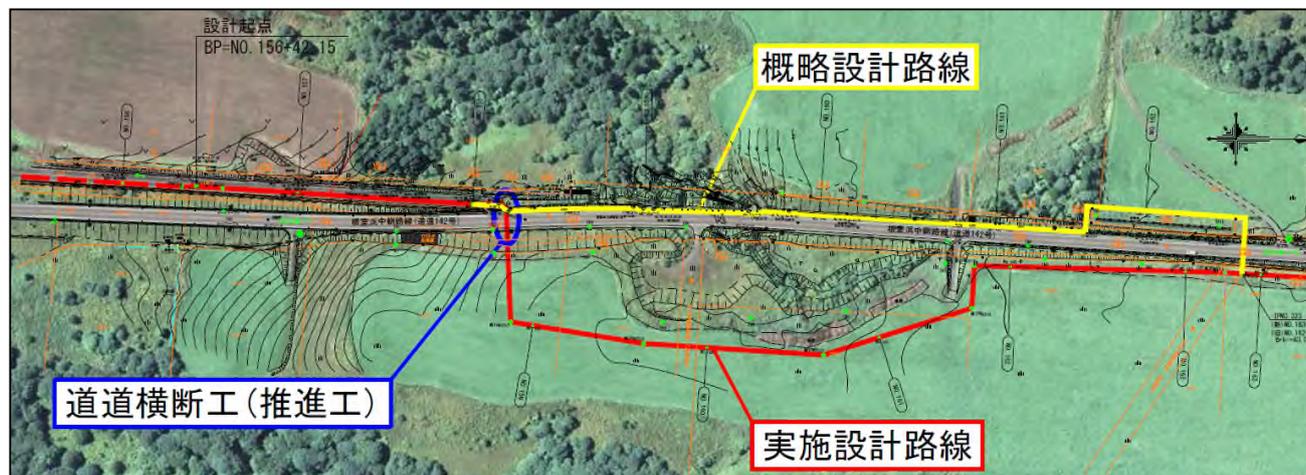


図-1 路線計画図

出典：国土地理院ウェブサイト (<https://www.gsi.go.jp/tizu-kutyu.html>)
地理院空中写真に地形図や路線計画図を合成して作成。

3. 誘導式水平ドリル(HDD)工法の概要

誘導式水平ドリル (HDD) 工法には「テラ・ジェット工法」「アーバンノーディグ工法」「バイプロHDD工法」等があるが、本項では、根室地区内で施工実績のある「テラ・ジェット工法」について説明する。

なお、テラ・ジェット工法は、平成22年度にNETIS準推奨技術 (QS-990013-V) に選定されている。

テラ・ジェット工法について、以下に記載する。

(1)テラ・ジェット工法とは

テラ・ジェット工法は、最大径φ550mmまでのパイプやケーブル等を開削することなく埋設できる工法で、迅速で安全性の高い施工が可能である。

メカニズムは、ドリルヘッドの先端から掘削流体 (特殊ポリマー) を噴出させ、土壌を解きほぐしながら削孔するため、孔壁は特殊ポリマーにより完全に保護される。

また、ドリルロッドの先端部には、地山の反力を利用した方向修正システムが装備されているため、障害物や既設埋設物等を迂回させることが可能である。

テラ・ジェット工法の原理を図-2に示す。



図-2 テラ・ジェット工法の原理¹⁾

(2)テラ・ジェット工法の流れ

テラ・ジェット工法の流れは写真-1のとおりである。

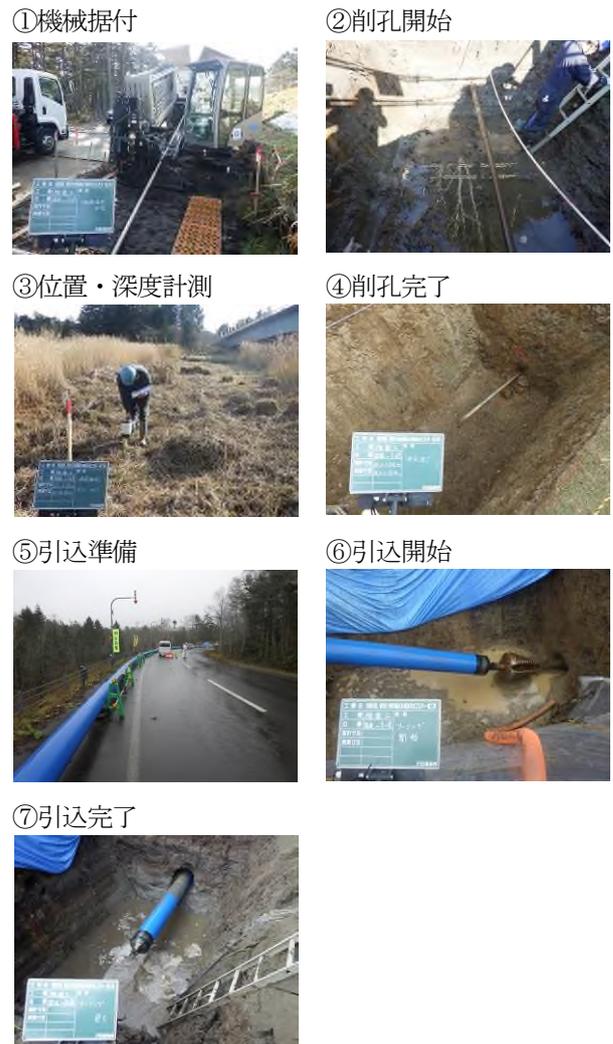


写真-1 テラ・ジェット工法 施工の流れ

(3)テラ・ジェット工法の適応範囲

a)適応管種

基本的に可とう性があり、引張り強度に優れたパイプ・ケーブル等が埋設可能 (ポリエチレン管)。

b)適応土質

礫径20mm以下、N値0~30程度の地盤を標準適応土質とする。ただし、機種によっては硬質土や岩盤層も対応可能 (粘性土、シルト、砂質土、礫、軟岩)。

c)施工能力

- 最大埋設管径：～φ550mm
- 最大施工延長：～400m
- 最大埋設深度：16m (最大探知深度)
- 最小曲率半径：25m～

なお、数値は限界値であり、機種や施工条件によって異なるため、注意が必要である。

d) 施工機種

以下に施工機種の写真を示す(写真-2)。



写真-2 テラ・ジェット工法 施工機種¹⁾

(4) テラ・ジェット工法の特徴

テラ・ジェット工法は、先導体位置探知システムにより、曲線配管や長スパンの推進工事が可能で、想定外の地中埋設物や地層に遭遇した場合も、ドリルヘッドをバックさせ迂回することができる特徴がある。

その他、テラ・ジェット工法の特徴について「経済性」「施工性」「環境面」の観点で以下に記載する。

a) 経済性

テラ・ジェット工法の大きな特徴として、推進機を地上に設置するという特徴がある。これにより推進機を立坑内に設置する必要がなく、立坑規模を小さくすることが可能なため、現地条件によっては、鋼矢板立坑などの設置費用が不要となり、コスト縮減が可能である。

b) 施工性

テラ・ジェット工法は、施工機械を立坑内に設置する必要がないため、ドリルマシンの設置撤去に掛かる時間は約2時間である。²⁾

このため、立坑内に機械を設置する推進工法とは比較にならないスピードで推進工程に着手可能である。

なお、設置するポリエチレン管は、引込む前に推進延長分を全て融着しておく必要があるため、管の仮置き場を設定する必要がある。

c) 環境面

掘削流体に使われている特殊ポリマーは、生物分解性があり、土中に残したままでも問題ない。また、インパ

クトモール工法のような騒音や振動が少ないため、環境面で優れた工法である。

4. 路線検討

実施設計時の道路管理者との協議内容を踏まえて過年度に計画した概略設計の路線配置計画を再検討し、安全性と経済性を両立した路線配置を決定した(表-1)。

路線配置を決定する過程において、当該区間で考える2つの路線配置案を比較検討したため、比較内容を以下に記述する。

(1) 路線比較検討

2つの路線配置案の概要は以下の通りである。

第1案：道道路盤内に入れるルート(青ライン)

道道の路盤内に配置するため、用水路破損時の安全性が保障できない。経済性について他の案と比較し総合的に判定する。

第2案：道道を挟んで反対側の民地に入れるルート(赤ライン) **【採用案】**

用水路破損時の道道の安全性を確保するため、道道を挟んで反対側の民地に配置するルートである。

道道横断工は、管理者との協議で推進工となるが、道道横断前後の高低差が大きいため、立坑掘削深が深くなるインパクトモール工法は除外した。このため、推進工法は、曲線配管が可能な誘導式水平ドリル(HDD)工法を採用する。

表-1 路線比較表

区分	第1案（青ライン） 道道路盤内ルート	第2案（赤ライン） 道道の反対側民地ルート
概要	過年度概略設計時のルートであるが、道道の路盤内に配置するため、用水路破損時の安全性が保障できない。	道道を挟んで反対側の民地に配置するルートである。 道道横断の区間は、管理者との協議および、道道横断前後の高低差が大きいことから、曲線配管が可能な誘導式水平ドリル工法（HDD）を採用する。
安全性	道道路盤内に配置するため、用水路破損時に道路陥没等のリスクがあり、安全性が保障できない。 ×	民地の圃場端部に配置しているため、他案と比べて安全性は高い。 ○
施工性	道道片側交互通行の簡易土留による施工のため、施工性は悪い。 ×	民地に配置するため、工事使用地も十分確保できるため、施工性は良い。 ○
経済性	45,200千円（検討区間のみ） (1.01) △	44,700千円（検討区間のみ） (1.00) ○
評価	× 経済性では第2案と大差はないが、その他は全て劣る。	○ 誘導式水平ドリル（HDD）工法による道路横断推進工が必要となるが、安全性、施工性で優れるため採用とする。
比較 検討図		

(2)誘導式水平ドリル(HDD)工法の採用理由

a)小口径管推進工法分類表

本路線の本管口径はφ300mmのため、道道横断区間の推進工法は小口径管推進工法となる。以下に小口径管推進工法の分類表を示す(表-2)。

表-2 小口径管推進工法分類表

	【推進方式】	【掘削及び排土方式】
小口径管 推進工法	高耐荷力方式 (高耐荷力管)	圧入方式
		オーガ方式
		泥水方式 泥土圧方式
	低耐荷力方式 (低耐荷力管)	圧入方式
		オーガ方式
		泥水方式 泥土圧方式
鋼製さや管方式 (鋼製管)	圧入方式	
	オーガ方式	
	ボーリング方式 泥水方式	
その他 推進工法	誘導式水平ドリル工法(HDD工法) (ポリエチレン管)	

出典：下水道推進工法の指針と解説 -2010年版- 社団法人日本下水道協会 P139

b)推進工法の決定

上表の内「高耐荷力方式」「低耐荷力方式」「鋼製さや管方式」は、鉄筋コンクリート管やダクトイル鋳鉄管、硬質塩化ビニル管を用いて直線的に推進する工法であり、推進機を設置するための鋼矢板などの立坑が必要である。

一方「誘導式水平ドリル(HDD)工法」は、曲線推進が可能で、鋼矢板などの立坑は不要である。

本路線の道道横断区間の地形は、図-3に示す通り発進側と到達側の高低差が10m以上あるため、鋼矢板立坑を用いた直線推進は出来ず、長距離かつ3次元的な推進が必要となった。

よって、このような状況下では、曲線推進が可能で、地区実績があり、鋼矢板立坑等の仮設費用が不要で経済性に優れる「誘導式水平ドリル(HDD)工法」を採用した(図-3)。

5. まとめ

今回採用した「誘導式水平ドリル(HDD)工法」は、曲線推進が可能で、かつ鋼矢板等の立坑が不要になるため、施工性及び経済性に優れた工法であった。

また、適応範囲も管種・管径や土質で多種多様な範囲で対応しているため、今後も道路横断工や河川横断工で使用可能な工法である。

ただし、現地の地形状況や土質条件、用地条件によって施工可否や機種が異なるため、使用する際は総合的な評価をした上で採用について検討していきたい。

参考文献

- 1) テラ・ジェット協会事務局：テラ・ジェット協会パンフレット
- 2) テラ・ジェット協会：テラ・ジェット工法 -積算資料

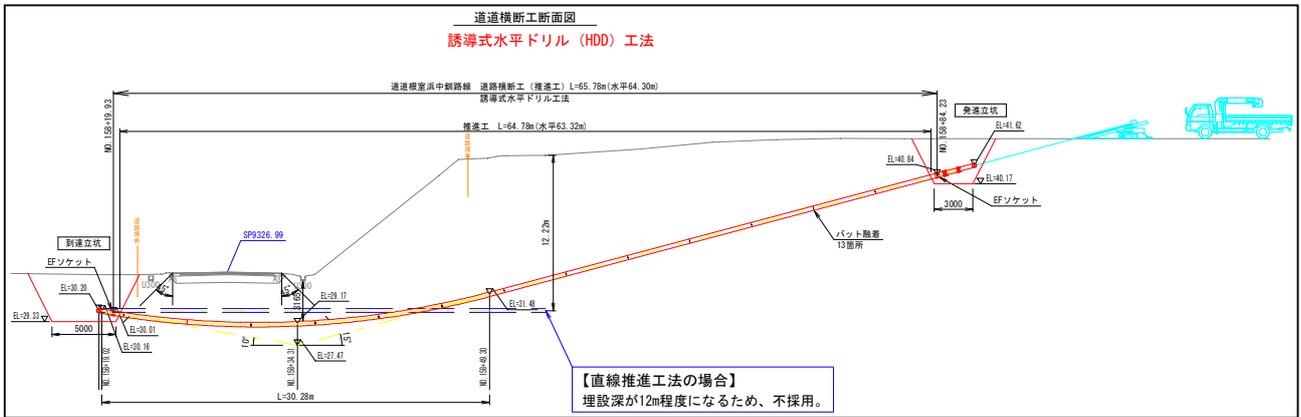


図-3 誘導式水平ドリル(HDD)工法による道路横断工断面図