

管更生工法（反転工法）の工法選定 —国営かんがい排水事業「大原二期地区」の事例—

室蘭開発建設部 胆振農業事務所 第3工事課 ○多羅尾 洸
高玉 隆典
大岸 譲

国営かんがい排水事業「大原二期地区」では、前歴の直轄かんがい排水事業「大原地区」で造成後、約30年が経過し施設の老朽化が進行している用水施設（パイプライン）の更新を行っている。更新は開削による管の改修を基本とするが、一部区間では非開削による施工が可能な管更生工法を採用している。本報では選択可能な管更生工法を対象に、経済性や施工効率の比較検討により、工法の選定を行った事例について紹介する。

キーワード：国営かんがい排水事業、パイプライン、工法検討、管更生工法

1. はじめに

(1) 地区概要

国営かんがい排水事業「大原二期地区」は、北海道虻田郡洞爺湖町及び同郡豊浦町に位置する 2,034ha の畑作地帯であり、てんさい及び豆類に、スイートコーン、ながいも、にんじん、ブロッコリー、レタス等を組み合わせた農業経営が展開されている。

地区内の農業用水は、前歴事業「大原地区」（昭和 62 年度～平成 8 年度）で造成された用水施設により配水されているが、貯水池、用水路等の用水施設は、経年的な劣化等により施設の維持管理に多大な費用と労力を要している。

このため、本事業により、貯水池、用水路等の用

水施設の更新を行っている（図-1）。

(2) 設計区間の概要

大原用水路は、大原頭首工と三の原頭首工で取水した農業用水を、地区全体の受益面積に供給する幹線用水路である。既設パイプライン（FRPM管）は、老朽化の進行や、地下水の上昇による管側部の泥濘化により管体拘束力が低下し、漏水事故が発生していた。

本設計区間は、開削による改修計画としていたが、既設パイプライン（FRPM管）が深く、地下水も高い状況という現場条件である。加えて、周辺家屋が近接していることから、施工方法について、非開削による管更生工法を検討した。管更生工法は、既設パイ

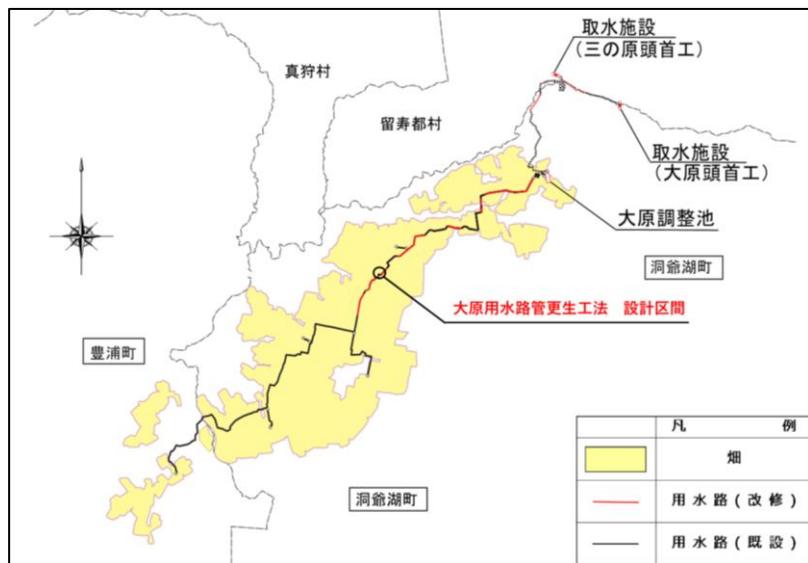


図-1 大原二期地区 地区概要図

ライン（FRPM管）の老朽化が著しいことから、外圧に対して自立する工法を選定して検討を行った（図-2、表-1）。



図-2 設計区間位置図

表-1 管更生工法区間の概要

項目	設計条件
設計延長	113.81m
既設管の管種、管径	FRPM(1種)、 $\phi 800\text{mm}$
更生管の構造	自立管
設計流量	$0.448\text{m}^3/\text{s}$
内水圧	1.1MPa
曲管部	6か所
施工時期	12月上旬から2月下旬まで

2. 既設管内調査

管更生工法の施工時において、材料の手配等の手戻りを防止するため、既設管にカメラを挿入して当該現場の実態を把握することとした。

管更生区間の延長、曲管部の位置、障害物の有無について調査を行うとともに、既設管の内径を計測し、施工に支障が無いか確認を行った（図-3）。結果、管更生工法の施工にあたり支障がないことを確認した。



図-3 既設管内調査の状況（曲管部）

3. 管更生工法の検討

（1）管更生工法の大別評価

管更生工法は「反転工法」「形成工法」「鞘管工法」「製管工法」の4種に大別される。各工法について評価を行った。

「形成工法」については、大口径（ $\phi 500\text{mm}$ 以上）かつ長距離（100m以上）の場合は施工が困難になることから不採用とした。「鞘管工法」については、既設管路より小径の管をジョイントし挿入するため、仕上がり管径が小径となり、設計流量の確保が難しいことから不採用とした。「製管工法」については、圧力管には適用できないことから不採用とした。

一方、「反転工法」は口径・距離・圧力管対応の全てで適応可能であり、さらに管更生材（ライニング材）を反転挿入することにより更生管の曲管部に発生する「しわ」を分散させることができたため、大きい「しわ」が発生しにくいことから曲管部の対応が他の工法に比べて有利であった。これらのことから、大別される管更生工法については、「反転工法」を採用した（表-2）。

表-2 管更生工法の大別評価

	圧力管	大口径（ $\phi 500\text{mm}$ 以上）	長距離（100m以上）	仕上内径（流量確保）	曲管部の対応	評価
反転工法	○	○	○	○	○	○
形成工法	○	×	×	○	△	×
鞘管工法	○	○	○	×	△	×
製管工法	×	○	○	△	△	×

（2）反転工法における各工法の評価

反転工法の選定にあたっては、「農業水利施設保全補修ガイドブック 2022¹⁾」に掲載されている①アクアライナー工法、②インシチューム工法、③ホースライニング工法、④Two-wayライニング工法とNETIS登録されている⑤スルーリング工法を候補とし、比較評価を行った。各候補の施工方法や本工事における施工の確実性について（表-3）に示すとともに、各工法における評価結果を以下に示す。

① アクアライナー工法

水理性能・作用内圧ともに問題無いため、適応可能。道内の冬期施工実績は存在しない。

② インシチューム工法

作用内圧に対する管厚計算の結果、自立管の管厚が厚くなり含浸性材料の染み込みが悪くなる。施工延長（113.81m）では長距離となるため、含浸材の硬化管理が難しく品質の確保が困難となるため本工事では適用外。

③ ホースライニング工法

作用内圧に対する管厚計算の結果、自立管の管厚

が厚くなり製品規格の許容値を超えるため適用外。

④ Two-Wayライニング工法

硬化に必要な温度管理を確実に行うため、施工可能期間は11月上旬までに限定される。本工事は12月上旬からの施工となるため適用外。

⑤ スルーリング工法

水理性能及び作用内圧ともに問題無く、道内での施工実績も複数存在しており、適応可能。

各種工法の評価より、施工条件や水理性能、作用内圧を考慮したところ、本工事で適用可能とされた工法は①アクアライナー工法、⑤スルーリング工法の2工法となった。

(3) 経済比較

本工事で適応可能な①アクアライナー工法と⑤ス

ルーリング工法の直接工事費（材料費・労務費含む、仮設（立坑設置等）は含まない）について経済比較を行ったところ、①アクアライナー工法が⑤スルーリング工法よりも、1.08倍程度高額になったため、⑤スルーリング工法が優位であった。

(4) 採用工法の決定

(2)における施工条件や水理性能、作用内圧を考慮した評価結果及び(3)における経済比較の結果から、本工事においては⑤スルーリング工法を採用することとした。なお、⑤スルーリング工法は、道内での施工実績が複数あり、冬期間における温度管理等の品質確保が可能な工法である（表-4）。

次項にて採用した⑤スルーリング工法についての特性を述べる。

表-3 反転工法における比較検討

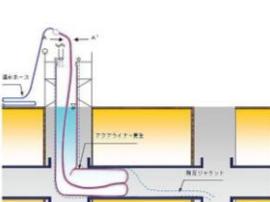
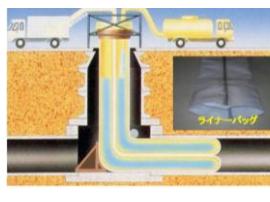
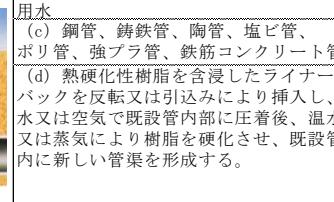
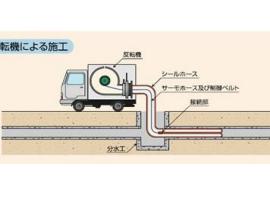
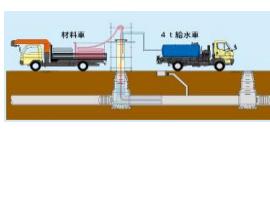
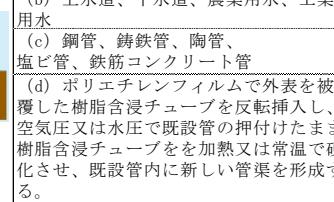
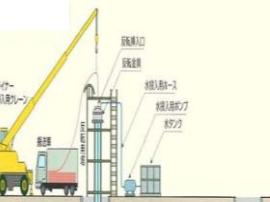
①アクアライナー	(a) $\phi 125 \sim \phi 1500$ 	②インシチューム工法 	(a) $\phi 100 \sim \phi 2600$ 
	(b) 上水道、下水道、農業用水、工業用水 (c) 鋼管、鋳鉄管、陶管、塩ビ管、強プラス管、鉄筋コンクリート管 (d) ガラスファイバーからなる樹脂吸収材を水圧水頭又は反転機を用いて反転挿入・引込挿入を行い、アクアライナーマテリアル内部を加圧して既設管内部に押圧後、ライニング材部に温水・蒸気熱・自然硬化などで樹脂を硬化させ、既設管内に新しい管渠を形成する。 (e) 道内の冬期施工が未経験のため、品質の確保に若干の懸念が残るが、水理性能には問題がなく、作用内圧にも十分な安全性が確保される。		(b) 上水道、下水道、農業用水、工業用水 (c) 鋼管、鋳鉄管、陶管、塩ビ管、ボリ管、強プラス管、鉄筋コンクリート管 (d) 熟硬化性樹脂を含浸したライナーパックを反転又は引込みにより挿入し、水又は空気で既設管内部に圧着後、温水又は蒸気により樹脂を硬化させ、既設管内に新しい管渠を形成する。 (e) 水圧等の管体構造諸元から計算した結果、自立管の管厚が厚くなり、施工スパンを30m以下としなければ品質の確保が困難。
③ホースライニング工法	(a) $\phi 100 \sim \phi 1000$ 	④Two-Wayライニング工法 	(a) $\phi 75 \sim \phi 2600$ 
	(b) 上水道、下水道、農業用水、工業用水 (c) 鋼管、鋳鉄管、鉄筋コンクリート管 (d) 熟可塑性樹脂を被覆した円筒状の織物とその内側に引き込んだ硬化性樹脂を含浸した不織布からなるライニング材を反転機により管渠内に圧縮空気を用いて反転挿入し、管渠内面に圧着後、圧縮空気を蒸気に切り替えてライニング管を形成する。 (e) 水圧等の管体構造諸元から計算した結果、自立管の管厚が厚くなり、製品として対応可能な許容値をオーバーする。		(b) 上水道、下水道、農業用水、工業用水 (c) 鋼管、鋳鉄管、陶管、塩ビ管、鉄筋コンクリート管 (d) ポリエチレンフィルムで外表を被覆した樹脂含浸チューブを反転挿入し、空気圧又は水圧で既設管の押付けたまま樹脂含浸チューブを加熱又は常温で硬化させ、既設管内に新しい管渠を形成する。 (e) 水理性能に問題は無く、作用内圧にも十分な安全性が確保されるが、道内の冬期施工実績がなく、品質確保の懸念性から施工は11月上旬までに限定される。
⑤スルーリング工法	(a) $\phi 75 \sim \phi 2500$ 	記載内容 (a) 対象口径 (b) 用途 (c) 適用管種 (d) 工法概要 (e) 本工事における施工の確実性	
	(b) 上水道、下水道、農業用水、工業用水 (c) 鋼管、鋳鉄管、陶管、塩ビ管、鉄筋コンクリート管 (d) ポリエスチルフェルト及びガラスファイバー複合フェルトとポリエチレンフィルムを筒状に加工したライナーに、熟硬化性樹脂を含浸して水圧又は空気圧により既成管内に反転して挿入後、温水又は温水シャワーリングにて樹脂を硬化させ、既設管内に新しい管渠を形成する。 (e) 水理性能に問題は無く、作用内圧にも十分な安全性が確保され、道内の冬期施工実績も複数あることから、品質確保の確実性が期待できる。		

表-4 反転工法における選定候補別の評価

	水理性能	作用内圧	施工ヤード (立坑サイズ)	冬期施工の 品質確保	本工事 での適用	経済性	総合評価
①アクアライナー工法	○	○	発進: 30m×40m 到達: 10m×10m	△	○	○	○
②インシチューム工法	○	×	発進: 8m×20m 到達: 8m×10m	○	×	—	×
③ホースライニング工法	○	×	発進: 3m×30m 到達: 3m×10m	○	×	—	×
④Two-wayライニング工法	○	○	発進: 25m×25m 到達: 10m×10m	×	×	—	×
⑤スルーリング工法	○	○	発進: 10m×20m 到達: 10m×10m	○	○	◎	◎

4. スルーリング工法の特性

スルーリング工法は、プラスチック繊維の管状樹脂吸着材の外表面をプラスチックフィルムで覆い、液状の熱硬化性樹脂を含浸させたライニング材（更生材）を老朽化した管路内に反転挿入し、管路を非開削で更生する技術である。本施工でのライニング材は、農業用管水路（圧力管）に対応した、グラスファイバー複合のGCNスルーリングライニング材としている。

ライニング材については、始めに引込ライニング材として管路内に挿入、残りを反転ライニング材として水頭圧で反転挿入し、その後2つのライニング材を温水により加熱硬化（図-4）させることにより、管路内に新しい管渠を形成する。

スルーリング工法の特性は以下の通り。

①圧力管への適性を持つ²⁾

平成23年～25年に行われた、管更生技術協会と農研機構との共同研究において、耐内圧試験を行い圧力管としての能力が明確となっている。

②長距離（100m以上）の施工が可能である。

ライニング材を2分割し、引込み・反転の2回に分けて管内へ挿入することができるため、1回当たりのライニング材が減量できることから、長距離の施工に適している（図-5）。

③作業スペースの低減

ライニング材は水中にて保管した状態で現場に搬入されるため、大型トレーラーの搬入スペースが必要となるが、スルーリング工法では2分割（反転・引込）して運搬することが可能であるため、小型の運搬車で対応でき作業スペースの低減が可能である。

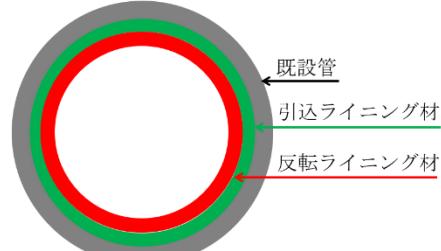


図-5 スルーリング工法（引込・反転）
断面イメージ図

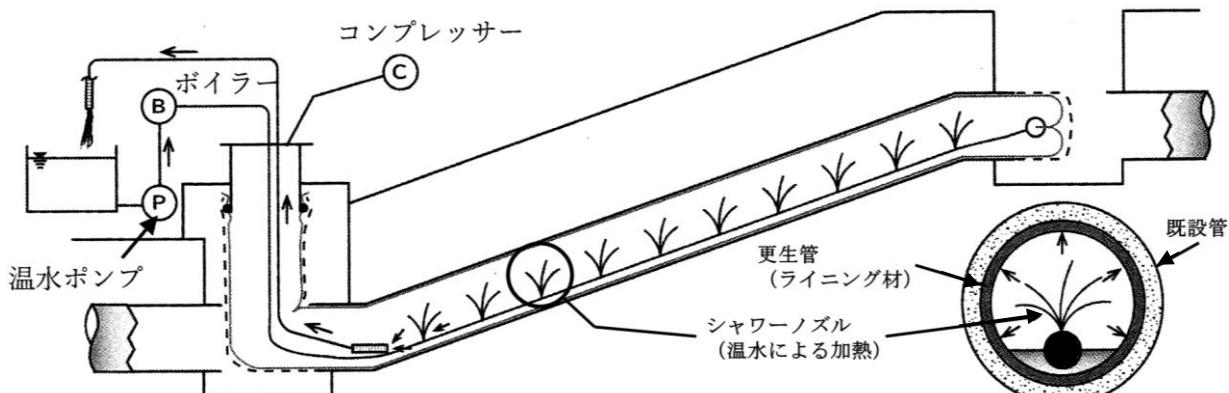


図-4 スルーリング工法：硬化養生工概要図（GCNスルーリング工法技術マニュアル³⁾の図を一部加工）

5. まとめ

本地区の管更生工法の選定に当たっては、「農業水利施設保全補修ガイドブック 2022」へ掲載されている工法4工法、及びNETIS登録されている「スルーリング工法」を候補とした。そのうち、施工が可能であると確認されたのは2工法であり、その中から経済性を考慮して「スルーリング工法」を採用した。

対象区間は、曲管部が複数箇所存在する区間であったことや、寒冷地、特に北海道において管更生工法を施工する際、温度管理が難しいため、更生管の品質確保が出来ないといった理由により、適応可能な工法が絞られる結果となった。

このため、今後農業用管水路において管更生工法

を検討する際は、更生管の構造（水理性能や内水圧性能）のみならず、施工時期や施工延長、曲管部を考慮した工法の適用可否を含めて候補を選定し、その上で施工効率・経済性を含めた工法の検討を行うことが必要である。

参考文献

- 1) 一般社団法人 農業土木事業協会：農業水利施設保全補修ガイドブック 令和4年8月
- 2) 農研機構農村工学研究所施設工学研究領域、日本管更生技術協会：CIPPによる高耐圧管路の更新技術の開発 平成26年3月
- 3) GCNスルーリング協会：GCNスルーリング工法技術マニュアル 令和7年4月