

山本 さやか  
山形県庄内総合支庁  
農村整備課 技師

# 越中堰地区トンネル 改修工法について

## 一、はじめに

越中堰地区は、山形県鶴岡市の朝日地域に位置する。本地区の水路は一級河川赤川の支流梵字川から取水し、月山山麓を等高線沿いに導水する幹線用水路である。本水路は全長約12kmで、受益面積は712haである。

本水路は、元禄時代に開削されたものであるが、昭和33年から昭和36年に県管かんがい排水事業で改修整備されている。しかし、築造後約50年が経過しているため、老朽化が進み、トンネルの崩落による通水障害や水路、掛樋のひび割れによる漏水等が見られ、用水の確保はもろろん、下流宅地等への被害も想定された。(写真1)

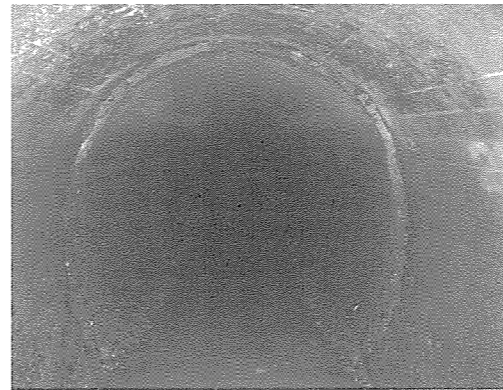


写真1 トンネルの劣化状況

このため、平成11年度からため池等整備事業(用排水施設整備)により、全長約12kmのうち、特に崩落の危険性がある約2.5kmを改修整備することとした。越中堰地区は、分割採択されており、越中堰地区では平成11年度から平成17年度に717mのトンネル・開水路を改修整備し、越中堰2期地区では平成13年度から平成22年度に774mトンネルを改修整備した。現在は、越中堰3期地区が事業実施中で、平成22年度から平成26年度(予定)の事業期間で1052mのトンネル・開水路を改修する予定である。

トンネルの改修工法においては、越中堰地区では鋼板内張工法にて改修し、越中堰2期地区では巻込鋼管挿入工法にて改修した。越中堰3期地区では、現場条件に基づき、施工性や経済性等について再検討を行い、改修工法の見直しを行った。

## 二、トンネル改修工法の検討

土地改良事業計画基準設計「水路トンネル」基準書技術書に基づき、トンネルの改修工法の比較検討を行った。越中堰3期地区では、トンネルを壊さず、また通水断面をほとんど変えずに改修できる工法が望ましい。このため、鋼板内張工法と既成管挿入工法のどちらかの工法に絞ら

れる。この二つの工法で施工性や経済性等を総合的に比較検討を行った。また、本地区は豪雪地帯のため、施工が非かんがい期から降雪前には完了するようにしたい。このため、施工日数についても重要な課題となる。なお、既成管挿入工法では、既設コンクリート及び地山の状況から高強度のものが必要のため、巻込鋼管とFRP管を対象とし、管径はφ1350とする。通水断面は縮小するが、粗度係数が改善されるため通水量は既設トンネルと同等を確保できる。

### ① 鋼板内張工法

トンネルの形状を利用して鋼管を製作するため、通水断面の縮小は最小限にできる。しかし、断面形状のまま鋼管をトンネル内に搬入するのは難しいため、はつりが必要となる。また、鋼管製作には4ヶ月要し、施工時に溶接や塗装が必要のため、施工日数も要する。経済性においては、直工で45万円/mかかる。

### ② 巻込鋼管挿入工法

必要な径の鋼管を巻き込み縮径して挿入できるため、搬入がしやすい。しかし、巻込鋼管の作製には、4ヶ月要し、施工時に溶接や塗装が必要のため、施工日数も要する。経済性においては、直工で35万円/mかかる。

③ FRP管挿入工法  
巻込鋼管のように、円形を小さくできないため、搬入時にははつりが必要となるが、調査結果により本地区でははつりをほとんど行わずに挿入が可能である。FRP管の作製には、2ヶ月と他の2工法より短く済む。施工性においては、トンネル内に搬入し接合するための、工期が短く済む。経済性においては、直工で20万円/mかかる。

表1 比較表

項目	鋼板内張工法	巻込鋼管挿入工法	FRP管挿入工法
通水性	断面の縮小を最小限にできる	粗度係数の改善されるため、通水量は確保できる	粗度係数の改善されるため、通水量は確保できる
施工性	溶接、塗装が必要 現断面形状での施工のため、他家に比べて施工手間が掛かる	溶接、塗装が必要	はつりが僅かに必要である 接合のみのため施工が容易である
経済性	45万円/m	35万円/m	20万円/m
施工日数 (200mあたり)	8ヵ月	6ヵ月	3ヵ月
評価	×	×	○

以上のような比較検討を行った結果(表1)、本地区では、施工性や経済性が優れており、工期も大幅に短縮できるFRP管挿入工法が現場に適しているということになった。

## 三、FRP管挿入工法の 施工事例について

本地区では、平成23、24年度にFRP管挿入工法での施工を実施した。施工延長は、平成23年度は125.7mで、平成24年度は195.9mである。施工時期は、非かんがい期の9月15日から開始し、12月中に施工が完了した。

FRP管の挿入工法としては、無軌道台車により運搬できるリフトイン工法を採用した。リフトイン工

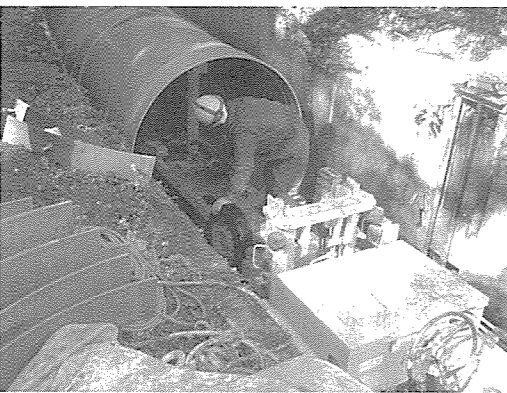
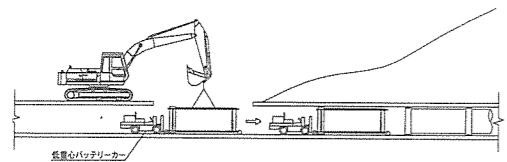


図1 リフトイン工法

法は、かご型運搬台車と低重心バッテリーカーを使い、FRP管をトンネル内に搬入する。(図1)かご型運搬台車の規格は、管径がφ1350のため、I型を使用した。搬入されたFRP管は、中心をずれないように接合し、仮固定を行う。その後、浮上防止に浮上防止バンドを設置し固定し、FRP管の設置は完了する。

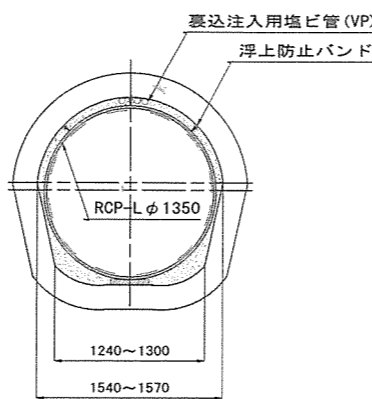


図2 裏込注工

既設トンネルとFRP管の隙間には、裏込材の注入が必要である(図2)。本地区では、裏込材としてパルフォースモルタルを使用した。パルフォースモルタルとは、製紙工場で排出された副産物(ペーパーラッジ)を加工したパルフォースを使用したモルタルで、流動性や耐久性が通常のエアモルタルより良いものである。また、水に強く、水と接触しても材料分離がし難いため、湧水があるところでも使用が可能である。本地区のトンネルからは湧水があったため、通常のエアモルタルでは材料分離が懸念された。このため、

## 四、おわりに

本地区では、トンネルの改修工法について、再検討を行った結果、施工が容易になり工期も短縮でき、経済性においても安価なもので、施工することができた。今後、農業施設は老朽化が進み、維持保全が課題となってくる。このため、既設の施設を利用しつつ、改修する工法について新技術が今後で

(2013年9月受稿)