

技術の動き

レジンコンクリートパネルによる水路トンネルの リニューアル工法「パネルライニング工法」の紹介

キザイテクト株式会社 松本 光善

1. はじめに

高度経済成長期以降に整備された社会インフラが一斉に老朽化しており、建設後50年を経過したインフラも多く、長寿命化の需要が増々高まっている。また、再生エネルギーの活用や脱炭素への対応など、地球環境保全への取組も重要な社会的要請である。

こうした時代の流れを受け、農業用水路や水力発電所導水路など水路構造物の補修・補強による機能回復・設備保全の要請も増々高まりつつある。

パネルライニング工法は、既設コンクリートを撤去、廃棄する必要がなく、製造時のカーボン発生が小さいレジンコンクリートを使うなど環境にやさしい技術で、「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【水路トンネル編】」2021（令和3）年6月 農林水産省農村振興局整備部設計課）の製管工法（自立管）に該

当し、通水性、耐久性、安全性、経済性に配慮した工法である。

2. 工法の概要

パネルライニング工法は耐摩耗性に優れた平滑性の高い（粗度係数：0.01未満）レジンコンクリートパネルを表面被覆材とし、補強材と組み合わせ、既設構造物を取り壊すことなく再生する工法である。パネルは軽量で加工性に優れ運搬・設置が容易にでき、任意曲率で曲面加工できるため断面縮小を低減できる特徴を持っている。施工のタイプとして、鋼製支保工・パネル・充填材からなる内巻補強型、それに補強鉄筋を加え耐震レベル2対応とした耐震補強型、さらに鋼製支保工に代わってパネルを金属拡張式アンカーにて既設構造物に直に固定する表面被覆型がある。

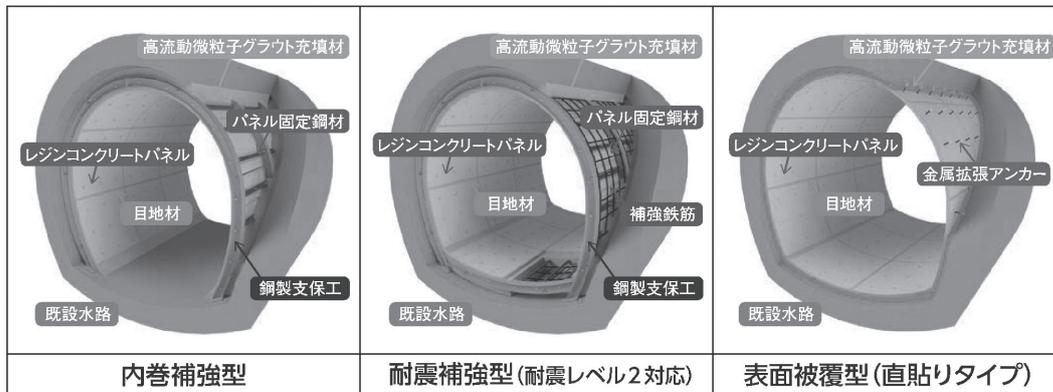


図-1 パネルライニング工法施工タイプ

3. 工法の特徴

パネルライニング工法の主な特徴は以下のとおりである。

- ①パネルは軽量（ $t=10\text{mm} : 22\text{kg}/\text{m}^2$ ）で加工性に優れ、運搬・設置作業が容易である。
- ②粗度係数が0.01未満と表面平滑性が高く、内面の水流摩擦抵抗を小さくでき、改修後の通水量を向上できる。
- ③任意曲率で製作したパネルは、壁面への追従性が向上し、補修後の断面縮小が小さい。
- ④強度・耐摩耗性に優れるため、耐用年数が長く、メンテナンスコストを節約できる。
- ⑤高流動微粒子グラウト材の開発により、裏込め充填材の安定した長距離圧送が可能である。

(1) レジンコンクリートパネル

レジンコンクリートとは、セメントや水を使用せず、不飽和ポリエステル樹脂（レジン）を結合材として、砂・炭酸カルシウム・ガラス繊維などを混合し強固に固めたものである。

そのレジンコンクリートの特徴を活かし、高温プレス成型にて製造したものが、表面平滑性、耐摩耗性等に優れたレジンコンクリートパネルである。

①任意曲率で製作が可能

パネルは曲面加工が可能（曲率半径700mm以上）で、任意の位置に穴あけ加工や切断も容易にできる。



写真-1 レジンコンクリートパネルの材料

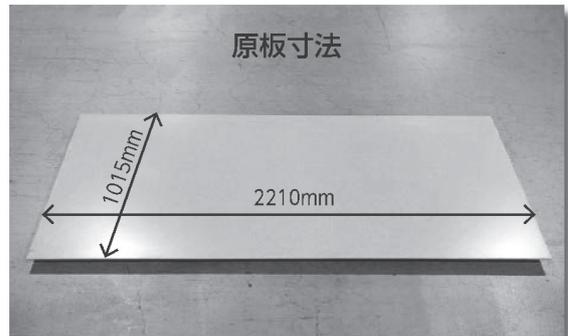


写真-2 成型した原板

表-1 レジンコンクリートパネルの組成・形状・性能

組成	寸法・重量		性能	
・砂 ・炭酸カルシウム ・不飽和ポリエステル樹脂 ・ガラス繊維	最大幅	1015mm	粗度係数	0.01 以下
	最大長さ	2210mm	曲げ強度	20N/mm ² 以上
	厚さ	10mm	圧縮強度	80N/mm ² 以上
	重量	22kg/m ²		

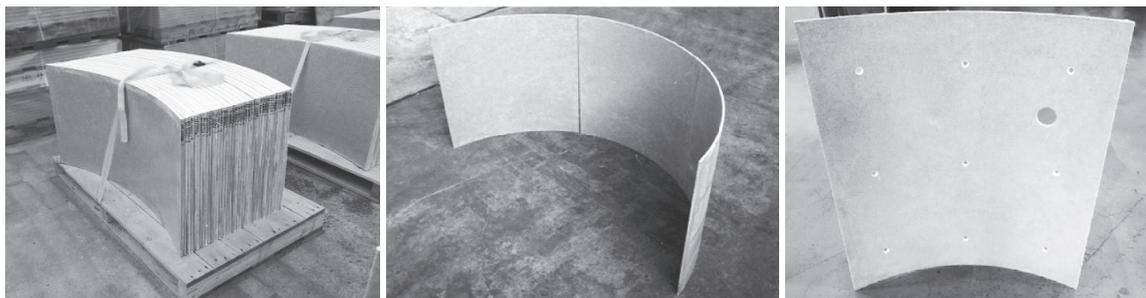


写真-3 パネルの加工状況と荷姿

②軽量・小型で運搬，設置が容易

搬入口が狭い場合や小断面のトンネル内でも容易に運搬ができる。荷役運搬は，最近では環境負荷低減，坑内環境改善の観点からバッテリーカー（充電式）が多く用いられる。

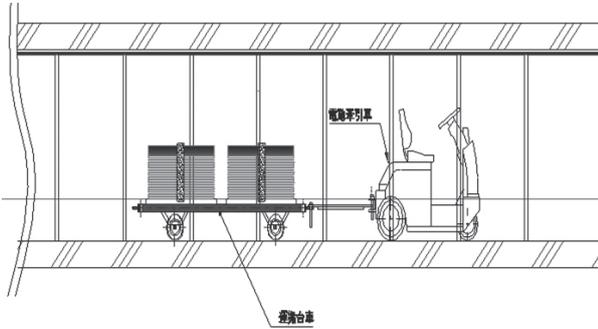


図-2 荷役運搬図



写真-4 バッテリーカーによる運搬

③粗度係数が0.01未満で優れた表面平滑性

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構（旧農業工学研究所）にて，レジンコンクリートパネル表面の粗度係数測定試験を実施し表面平滑性を評価した。

表-2 粗度係数試験結果

水路勾配	粗度係数
1/500	0.00958
1/1000	0.00927
1/1500	0.00963

粗度係数が0.0093～0.0096で，表面平滑性性能に優れている。

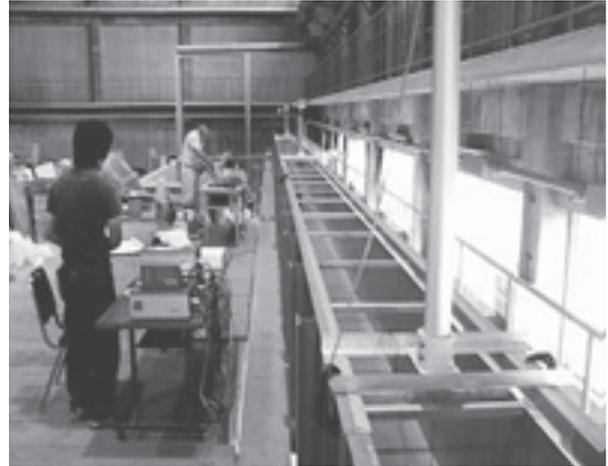


写真-5 試験状況

(2)背面充填材(高流動微粒子グラウト充填材)

背面充填材（高流動微粒子グラウト充填材）は高強度で流動性に優れており長距離圧送が可能である。背面充填材の標準配合を表-3に示す。

表-3 高流動微粒子グラウト材配合例 ($\sigma_{ck}=30\text{N}/\text{mm}^2$) 1 m^3 当り

配合比	W/C	セメント C	微粒子 混和材 MP	水 W	混和剤 Ain1	圧縮強度 σ_{28}	フロー値 J14	生比重 γ
C:MP	%	kg	kg	kg	kg	N/mm ²	sec	kg/ℓ
1:0.5	59.5	900	450	536	11.8	30.0	3±2	1.9±0.1

比重：普通ポルトランドセメント Cs=3.15
微粒子混和材（MP グラウト）MP=2.70

4. 工法の施工手順

本工法の施工手順は、図-3のフローのとおりである。

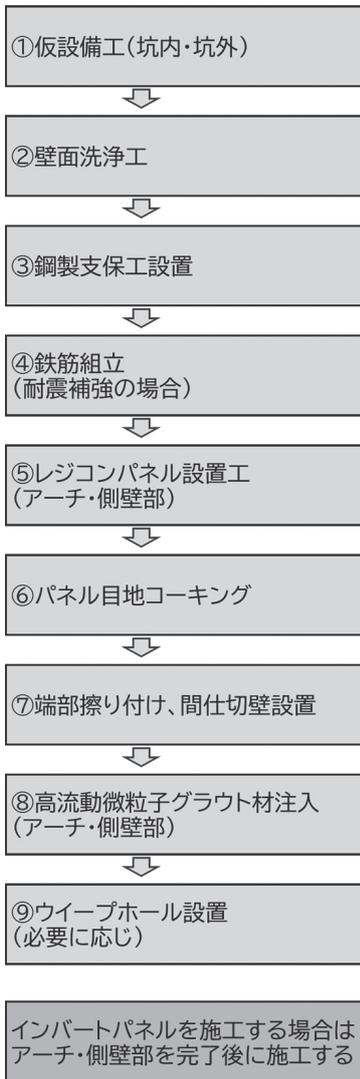


図-3 施工フロー図



施工前



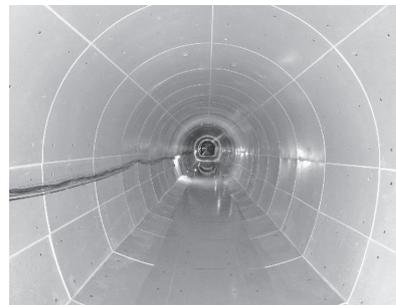
鋼製支保工・鉄筋組立



パネル設置・目地工



高流動微粒子グラウト注入



施工完了

写真-6 施工状況

5. おわりに

昨今、環境に関する諸問題、特に気候変動について様々な取組が求められるなかで、供用されている各種インフラの長寿命化への需要が増している。パネルライニング工法の施工実績は、水路トンネル施工延長 22,000m、パネル施工面積 141,000m² に達した。現行のレジコン

クリートパネルに加え、強酸性液体等に強い耐酸性パネルや火に強い難燃性パネルを新たに研究・開発し実践している。今後も、再生エネルギーの活用や脱炭素への取組みなど地球環境保全に向けた社会要請に応じるべく、技術の開発・改良や施工法の合理化に向け努力を重ねていきたいと考えている。