

【軟弱地盤対応・補修技術】

寒地農業用水路の補修における

F R P M板ライニング工法

寒地農業用水路の補修における FRPM板ライニング工法

(独)土木研究所 寒地土木研究所
水利基盤チーム 石神 暁郎

1

寒冷地の農業用水路

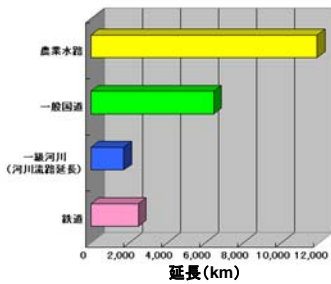


北海幹線用水路
5月～8月まで通水(約100日間)
受益面積約16,500ha
最大取水量で毎秒42トン
最大断面は、幅13m、高さ2.6m
延長約80km

「そらち産業遺産と観光」※1のHPから引用

2

北海道内の基幹的水路の延長

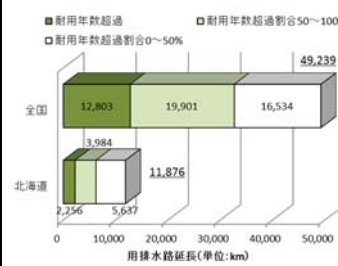


農業用水路・国道・鉄道
「日本の直線道路(国道12号線・29.2km)」※2
のHPから引用

北海道における基幹的水路の延長比較
北海道開発庁のHPのグラフを編集
(元データは、農業水路:「農業基盤情報基礎調査」(H21.3時点)、道路:
「道路統計年報2010」(国土交通省HP)、鉄道:JR北海道HP)

3

農業用水路においても劣化・老朽化は避けられない



寒冷地の農業用コンクリート水路



水路の側壁に生じた劣化(凍害)

基幹的水路の延長と耐用年数超過割合別
水路延長 ※3、※4

開発の経緯(1)

- 温暖な地域における農業用水路の補修では、樹脂系、セメント系、パネル系等の各種表面被覆材を用いた様々な性能を有する表面被覆工法が適用されています。
- しかしながら、寒冷な地域における補修では、温暖な地域において必要とされる性能に加え、**凍結融解に抵抗する性能**や、より優れた**施工性能**が求められます。



融雪水に曝される農業用水路



融雪水に曝される表面被覆材

6

寒地農業用水路の補修における FRPM板ライニング工法

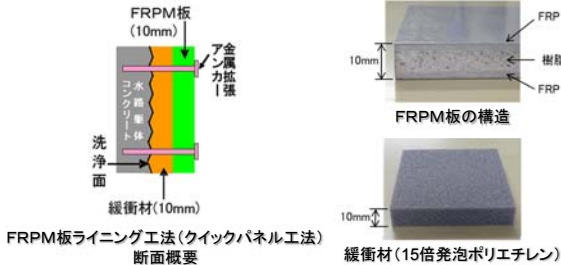


- FRPM板を表面被覆材とし、水路躯体コンクリートとFRPM板との間に緩衝材を配置した工法。
- FRPM (Fiberglass Reinforced Plastic Mortar) ... ガラス繊維強化プラスチック(FRP)と樹脂モルタル(Resin Mortar)との複合材。

5

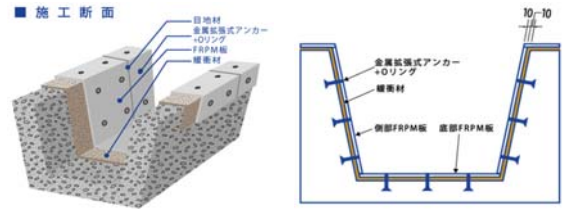
開発の経緯(2)

- 水利基盤チームでは、(株)栗本鐵工所と共同で、温暖な地域で適用されているパネル系の表面被覆工法であるFRPM板ライニング工法について改良を進めました。
- FRPM板と水路躯体コンクリートとの間に緩衝材を配置する新たな表面被覆工法(クイックパネル工法)を開発しました。



工法の概要(1)

- 老朽化した農業用コンクリート水路の内面に発泡ポリエチレンの緩衝材を挟んで、FRPM板をアンカーボルトで水路躯体コンクリートに固定する表面被覆工法です。
- 水路躯体コンクリートとFRPM板の間に滞留した水分が凍結融解を繰り返しても、その負荷を緩衝材が吸収することで凍結融解に対する抵抗性を高めることができます。



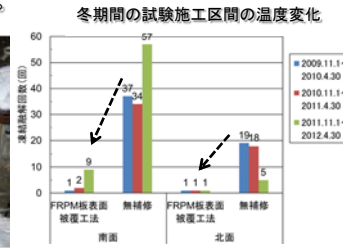
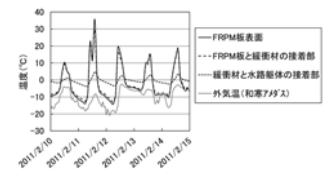
工法の概要(2)

- FRPM板が有する優れた水理特性(粗度係数:0.012)により、水路の水利性能が確保できます。
- アンカーボルトには、施工性、高耐食性を有する芯棒打込み式金属拡張式アンカー(所要アンカー引抜き強度:7.6kN/本)を使用します。
- 目地材には、耐候性、引張接着性、柔軟性、施工性に優れた一成分湿気硬化型ウレタン系シーリング材を使用します。



工法の特長(1)

- 凍結融解抵抗性
 - 緩衝材とFRPM板で被覆することにより、水路躯体コンクリートの凍結融解の発生を抑制することができます。



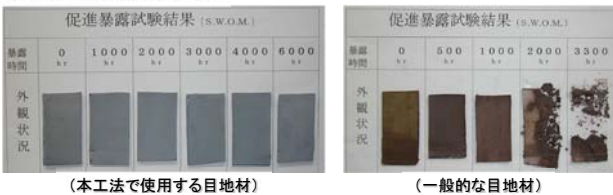
工法の特長(2)

■ 漏水防止効果

- FRPM板の突合せ部に、耐久性に優れた目地材をシーリングするので、止水効果が得られます。



目地材の促進耐候性試験*



※JIS A 1415に準拠したサンシャインカーボンアークランプによる促進耐候性試験

工法の特長(3)

■ 水路表面の再構築

- 水路表面をFRPM板で被覆することにより、既設構造物の機能が維持されます。



FRPM板の粗度係数*

性能項目	標準値	試験値
粗度係数 n	0.012	0.00850~0.00973

※農水省:土地改良事業計画設計基準設計「水路工」基準書技術書^{※6}

FRPM板の耐候性、耐摩耗性*

性能項目	品質項目	品質規格値	試験値
耐候性	紫外線による劣化	膨れ、ひび割れ、剥がれ、変形がないこと	膨れ、ひび割れ、剥がれ、変形は認められない
耐摩耗性	摩耗深さ	標準供試体に対する平均摩耗深さの比が0.5以下	0.42

※農水省:農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路補修編】(案)^{※7}

工法の特長(4)

■施工性が良く、経済性に優れる

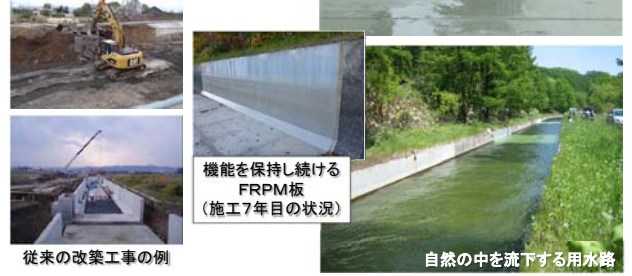
- 特殊な機械や作業を必要としないため施工が容易で、**工期短縮によるコスト削減**を図ることができます。



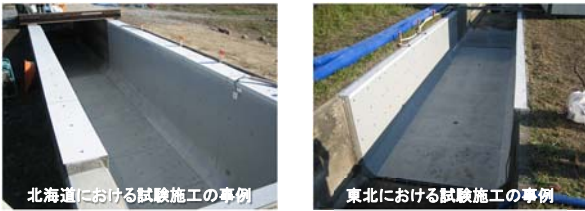
工法の特長(5)

■環境に優しい

- 既設の水路を取り壊さない工法なので、**産業廃棄物の発生を抑制**することができます。



農林水産省 官民連携新技術研究開発事業 寒冷地におけるコンクリート開水路の 将来的なモニタリングが可能な更生工法の開発



- FRPM板を表面被覆材とし、水路躯体コンクリートとFRPM板との間にポーラスコンクリートを配置した工法。
- 凍結融解作用に対する抑制効果、補強効果が期待でき、また、既設水路の内部状況と施工材料の経時変化を**長期的にモニタリング**することができる。

■研究開発組合

- (独)土木研究所寒地土木研究所
- (国)鳥取大学
- (株)栗本鐵工所
- (株)ドーコン

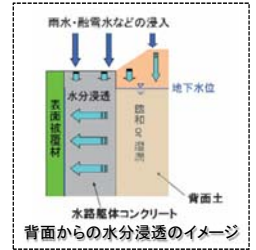
■研究機関

平成25年度～平成27年度

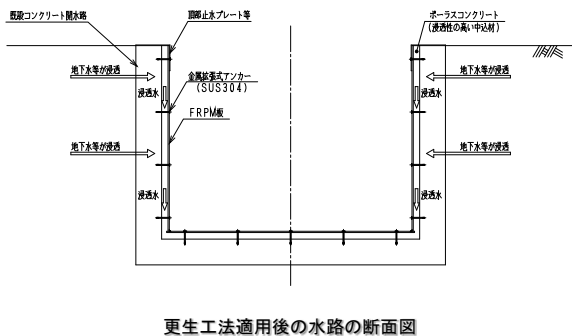
■工法の概要

北海道・東北に代表される寒冷地では、農業用コンクリート開水路において、躯体背面から浸透した水分を劣化因子として凍結融解作用により凍害が発生するが、劣化因子である**背面浸透水を排出可能な補修・補強工法は存在しない**。

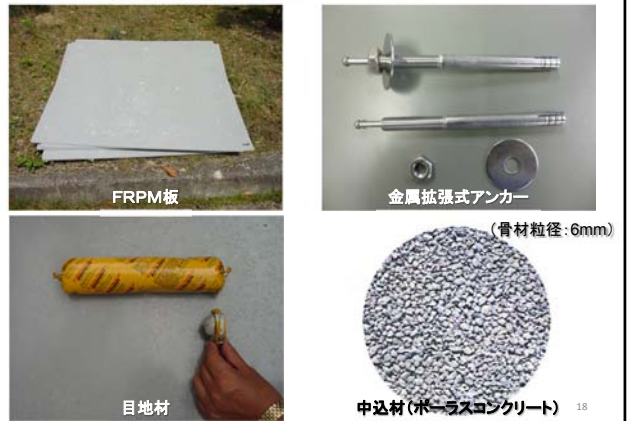
そこで本研究開発事業では、寒冷地で実績のあるFRPM板を既設水路内面に設置することで形づくられる**合成構造により既設水路を補強し、さらに透水性・断熱性に優れた中込材(ポーラスコンクリート)を用いる更生工法を開発する**。



工法の概要(断面図)

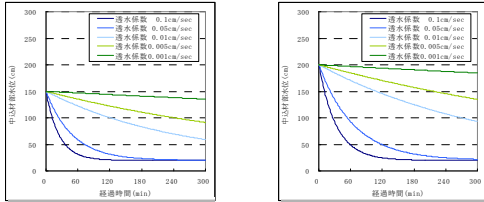


工法の概要(使用材料)



凍結融解作用に対する抑制効果(透水性)

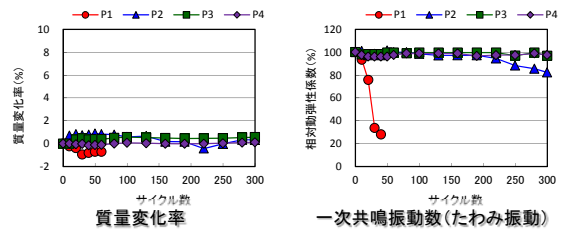
- 中込材にポーラスコンクリートを使用することで既設水路背面からの浸透水を排除する。
- 中込材が飽和した状態を仮定し試算した結果、透水係数 0.05cm/s以上であれば速やかに排出が可能となる。
- そのため、ポーラスコンクリートの空隙率は20%程度とした。



(水路高h=150cmの場合) (水路高h=200cmの場合)
透水係数の違いによる中込材部の水位低下試算結果

19

凍結融解作用に対する抑制効果 (中込材の凍結融解抵抗性)



- P1: 水中凍結水中融解試験 (JIS A 1148 A法)
- P2: 空中凍結水中融解試験 (JIS A 1148 B法)
- P3: 空中凍結空中融解試験 (試験前: 水中浸漬)
- P4: 空中凍結空中融解試験 (試験前: 空中乾燥)

- 質量変化率はほとんど変化せず、スケーリングは生じなかった。
- 空隙内部が飽水しなければ、十分な凍結融解抵抗性を有する。

補強効果

- 耐力低下した既設水路にFRPM板とポーラスコンクリートにより補強を図ることで、新設時と同等以上の構造機能を有することを検証している。
- 凍害による強度低下に加え、スケーリングや摩耗による断面減厚により耐力低下したフリームに対し、ポーラスコンクリートを介してFRPM板を設置した場合を想定し、FEM解析によりシミュレーションした結果、耐力向上が認められた。
- 梁試験体、フリーム試験体を用いた載荷試験を行った結果、耐力向上が認められた。



梁試験体を用いた載荷試験



フリーム試験体を用いた載荷試験

試験施工状況(1)



ポーラスコンクリートの混練



ポーラスコンクリートの打設・締固め



ポーラスコンクリートの締固め



ポーラスコンクリートの仕上げ

試験施工状況(2)



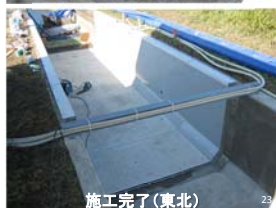
頂部プレート



水分排出のためのスクリーン



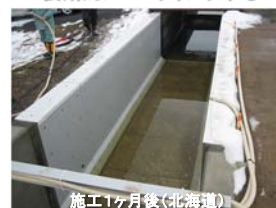
施工完了(北海道)



施工完了(東北)

工法の特長

- FRPM板を既設水路内面に設置し、既設水路とFRPM板との間隙に透水性・断熱性に優れた中込材であるポーラスコンクリートを充填することで、水路側壁内部に水分を滞留させず、凍結融解作用に対する抑制効果が期待できる。
- 新たに形成される合成構造により、補強効果が期待できる。
- FRPM板を容易に脱着できる構造とすることで、施工後における既設水路の内部状況と、更生時に施工した材料の経時変化を、長期的にモニタリングすることができる。



施工1ヶ月後(北海道)



施工1ヶ月後(東北)