

# FRPM 管によるサイフォン部における急傾斜改修工法事例 ～リフトイン工法～

積水化学工業（株） 中村 臨  
Nozomu Nakamura

## 1. はじめに

農業用水を支える水路施設は、今後老朽化した施設が急増することが見込まれ、保全・改修対応が求められている。サイフォン部は、パイプラインが急傾斜となっているため、施工時の安全性の確保した、高度な改修工法の提案が求められる。今回、高強度、水理性能、水密性能、耐震性能を持った工場二次製品である FRPM 管（強化プラスチック複合管）を、急傾斜部の上流部から機械的に既設管内に吊り下ろし、隙間に裏込注入をする管路更生工事を完了したので報告する。

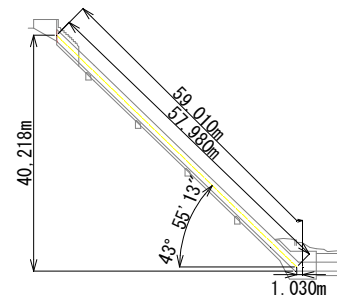
## 2. 工事概要及び使用管材

### 1) 工事概要

- ①工事名：右岸導水幹線用水路第 2 工区（その 2）  
工事 鈴鴨第 1 サイフォン
- ②発注者：東北農政局 和賀中部農業水利事業所
- ②場所：岩手県北上市和賀町
- ③施工延長：L=59.01m
- ④目的：既設用水路の鋼管部において、錆による腐食劣化が確認されたため、改修工事を実施し、長寿命化を図ることを目的とする。
- ⑤内容：既設の鋼管φ1500（延長：59.01m、傾斜角 43.92 度、落差 40.22m）のサイフォン内に FRPM 内挿用内圧管 4 種、5 種φ1350 を挿入し、既設管と新管との隙間に裏込材を充填する管更生工事を行なう。最下流の屈曲部並びに最上流の開口接続部は鋼製異形管の設置を行なう。写真 1～3、第 1 図にサイフォン部の状況を示す。



写真 1 鈴鴨第一サイフォン傾斜部



第 1 図 サイフォン概要図（単位：m）



写真 2 上流側開口部



写真 3 鋼管老朽化状況  
（錆による腐食）



第2図 FRPM管（エスロンRCP）構造図



第3図 内挿用FRPM管  
（肉厚：口径の1.2%）

## 2) 使用管材

FRPM管は内外面のFRP層と中間層の樹脂モルタル層の3層からなる高強度な可撓性管であり、ソケットタイプの継手を接合することで、高い水密性かつ耐震性を有する管路を構築することができる。第2図にFRPM管の構造、第3図に今回用いた内挿用FRPM管を示す。

本現場で用いた内挿用FRPM管は、管の肉厚が開削工法で用いる標準管の60%肉厚となっており、管口の外径を小さくでき、鋼管φ1500にφ1350のFRPM管を挿入するワンサイズダウン条件で改修工事を行なった。

第1表に一般的な管材の流速係数を示す。FRPM管は管内面が極めて平滑で、鋼管（塗装あり）に対して、流速係数が大きいため、縮径したとしても本施設的设计流量を通水することが可能となった。

内圧仕様については、傾斜角43度、落差40mの高落差となるため、内水圧が高くなる下流側6本を内圧管4種（最大設計水圧0.5MPa）、上流側7本を内圧管5種（最大設計水圧0.25MPa）と選定し、最適設計を行った。また、裏込材注入はFRPM管内面から実施できるように裏込材充填用のグラウトホール付の管を（第4図参照）用いた。

## 3. 治具を用いた急傾斜配管

### 1) サイフォン下流屈曲部配管

サイフォン下流の屈曲部においては、分割式の鋼製曲管を搬入し、既設管内で溶接することによって、鋼製曲管を設置した。

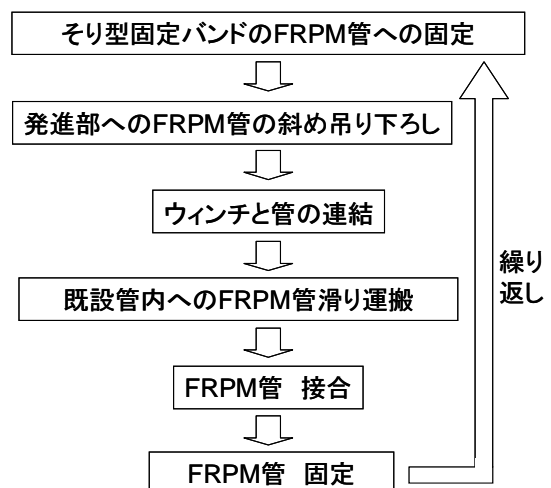


第4図 裏込材注入用グラウトホール  
（外面形状）

第1表 一般的な管材の流速係数

管（内面の状態）	流速係数C 標準値
铸铁管（塗装なし）	100
鋼管（塗装なし）	100
○ 水道用液状エポキシ塗装管（鋼）φ800mm以上	130
モルタルライニング管（铸铁）	130
遠心力鉄筋コンクリート管	130
硬質ポリ塩化ビニル管	150
ポリエチレン管	150
○ 強化プラスチック複合管	150

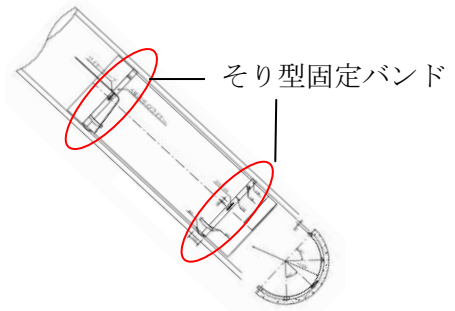
※ 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説「パイプライン」平成21年3月抜粋



第5図 急傾斜配管手順



写真4 そり型固定バンド装着状況



第6図 そり型固定バンドによる滑り下ろし



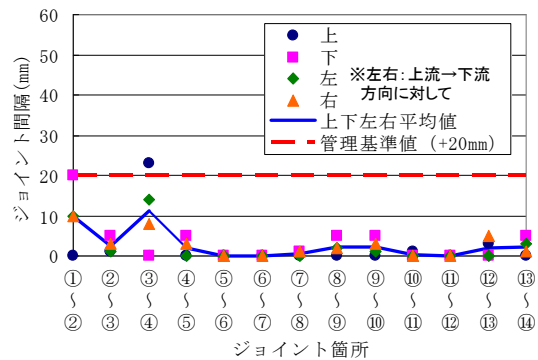
写真5 電動ウィンチによる管吊り下ろし (発進部)



写真6 電動ウィンチによる管吊り下ろし (管内)  
(左) 親綱への安全帯連結状況 (安全対策)



写真7 管接合状況



第7図 ジョイント間隔測定結果

## 2) 急傾斜配管工

第5図に急傾斜部でのFRPM管配管工の施工手順を示す。急傾斜での配管を可能にするため、写真4、第6図に示すようなそり型の鋼製バンドを管に固定し、電動ウィンチとワイヤーで連結することにより、速度を調整しながら、既設管内を滑り下ろす方法で管布設を行った。作業者の安全対策については、写真6に示すように縄梯子に加えて親綱にストッパー付安全滑車を取り付け、滑車に安全帯を連結することで、足を滑らせた場合も落下しないようにしている。

管接合については、FRPM管中心軸と既設中心軸

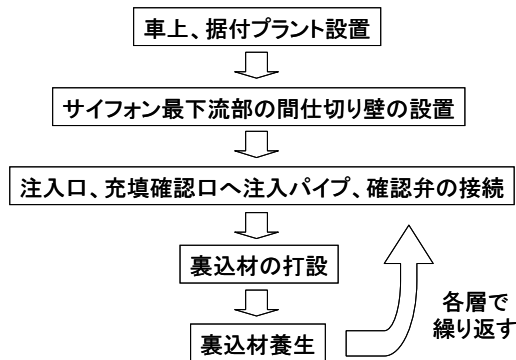
のズレが僅かになるようにそり型固定バンドの突起外径の高さをあらかじめ調整することで、芯出しの手間を省き、時間短縮を実現した。(写真7参照)

## 3) 施工仕上り

第7図に示す通り、管布設後の管ジョイント部の間隔の確認を実施した。土木施工管理基準では、管布設後の上下左右のジョイント間隔平均値が管理基準値+20mm以内に管理することと定められている。平均値(実線)は管理基準値(破線)内に収まっており、ジョイントの間隔が問題ないことを確認した。

## 4. 裏込材打設工

### 1) 裏込材注入手順



第 8 図 裏込材注入手順

第 8 図に裏込材注入手順の施工手順を示す。まず、サイフォン最下流の鋼製曲管部に、既設との隙間に仕切り壁を設置した。裏込材注入は、打設高さを管理するために、FRPM 管の管壁に設けたグラウトホールを活用した。管内面から既設との隙間に裏込材注入し、上部の充填確認口から裏込材が流出するのを確認して、各層の充填完了とした。写真 8 に注入口と充填確認口の状況写真を示す。注入圧力は座屈に対する安全性を考慮し、管理注入口直前の圧力ゲージで 0.05MPa 以内に管理を実施した。

### 2) 裏込材

FRPM 管の裏込材（隙間充填材）は流動性、比重、硬化後の管拘束反力等を考慮し、エアームタルが標準となっている。本現場においても、裏込材はエアームタルを用いた。混練は車上プラントもしくは据付プラントにて実施するが、本現場では、サイホン上流側改修工事において使用していた据付プラントをそのまま利用するため、据付けプラントを用いた。

第 9 図に現場裏込材の一軸圧縮強度とフロー値の試験結果を示す。裏込材の配合基準となる一軸圧縮強度は、概ね 1.8N/mm<sup>2</sup> 前後であり、どの採取日においても設計圧縮強度 1.0N/mm<sup>2</sup> を確保できていることを確認した。また、フロー値においても配合に対して設定した規格値 200±20mm 以

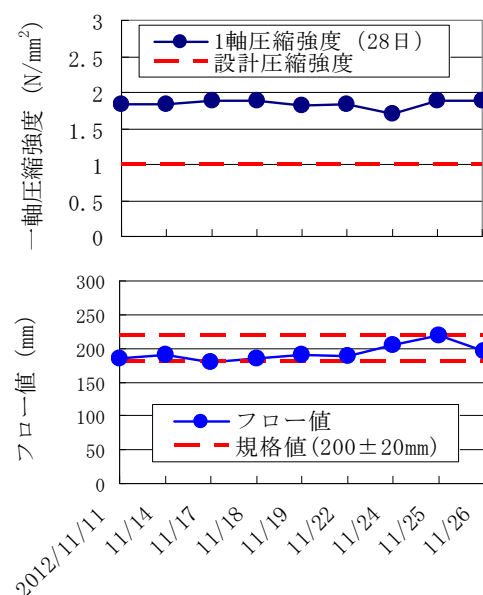
内に収まっていることが確認された。



写真 8 (左) 注入口、(右) 充填確認口



写真 9 裏込材充填確認状況



第 9 図 現場使用裏込材の試験結果

第2表 座屈計算 設計諸元

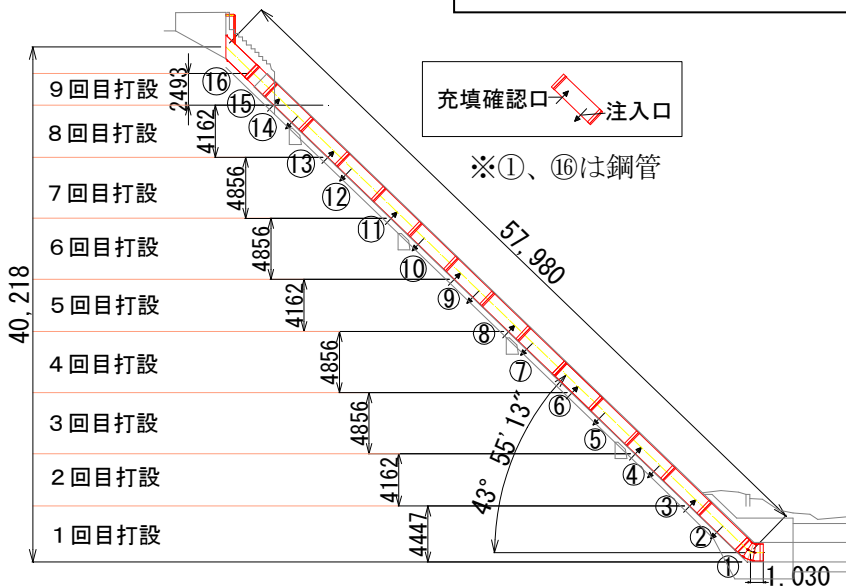
口径	D	1350 mm	曲げ弾性係数	E <sub>b</sub>	15200 MN/m <sup>2</sup>
管種		内挿用 内圧管4種	ポアソン比	ν	0.3
管厚	t	0.0165 m	エアームタルの 単位体積重量	ρ	8 kN/m <sup>3</sup>
肉厚中心 半径	R	0.683 m			

$$P_k = \frac{2 \times E_b}{(1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{2R}\right)^3 \dots \dots \dots (式 1)$$

$$= 58.81 \text{ kN/m}^2$$

$$P_k' = \frac{P_k}{1.5} = 39.21 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{安全率 : 1.5})$$

$$H_k \leq \frac{P_k'}{\rho g} = 4.90 \text{ m}$$



第10図 裏込材打設計画

3) 打設高さの算出

裏込材打設については、本工事条件が傾斜配管のため、管が裏込材の自重圧力によって座屈しない高さを求める必要がある。管の座屈強度  $P_k$  は式1によって求められ、座屈強度に安全率1.5(短期照査)で除した許容圧力  $P_k'$ 以下になるように打設高さ  $H_k$  4.9mを求めた。第10図に本現場で実施した打設計画図を示す。それぞれの層で座屈に対する完全性を考慮し、打設高さを4.9m以下になるように9層に分けて打設を実施した。

5. おわりに

FRPM管を用いた管路更生工法(強プラ管鞘管工法)は、勾配のわずかな一般的な管路においては、下水、農業用水、工業用水等で多くの実績を上げている。その中で、今回、FRPM管を用いてサイフォン部のような急傾斜改修も可能なことを実証できたことは、貴重な実績となった。

今後は傾斜の角度によって、最も適した工法の整理を行い、FRPM管の施工性や性能をさらに活かした工法開発に取り組んでいきたいと考える。