

中小口径用パイプ・イン・パイプ工法の開発

Development of Pipe in Pipe Method for Small and Medium diameter Pipeline

○ 裕 昌也*
Masaya Hazama

石田 真司**
Shinji Ishida

有吉 充***
Mitsuru Ariyoshi

毛利 栄征****
Yoshiyuki Mohri

1. はじめに

農業用管水路は施工後数十年を経た施設が多く、将来に亘り施設が有する機能を保全するためには、機能診断により施設の状態を把握する必要がある。続いて、診断結果に基づいた補修や補強を実施し、場合によっては水理システムを維持するために施設の更新を検討しなければならない。

耐用年数を超過した農業用管水路の中でも、呼び径1000以下の中小口径管路については、管路延長全体の8割近くを占める。一般に既設管の内径が900以上においては、更生工法として信頼性の高いパイプ・イン・パイプ工法が選択される場合が多い。一方、人が管内に入って作業することができない中小口径管においては、その技術が確立されていないため、著者等はその開発に着手し、新たに開発した内挿用FRPM管と摩擦低減材の基本性能を確認したので報告する。

2. 工法の概要

本工法は老朽化した既設管内に更生管を接合後、ジャッキにより順次挿入する方法を採用し、既設管内に人が入ることはない。その工法概要を Fig.1 に、適用条件を Table1 に示す。

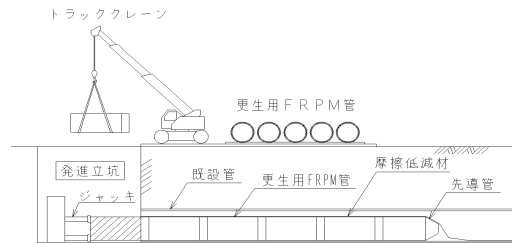


Fig. 1 工法概要

Table1 適用条件

既設管の適用内径	500～900 (mm)
既設管の対象管種	PC、RC、DCIP、SP、VU、VP、FRPM等
施工延長	300m以下

Table2 更生管の設計条件

種類	自立管
内径	400～800 (mm) (既設管の1口径ダウンを標準)
水圧	設計水圧：1.3MPa 試験水圧：2.6MPa
段差	20mm以下
土被り	4m以下
土圧公式	垂直土圧公式

本工法の特長として、更生管を挿入する際に働く既設管との摩擦力を軽減するために、円筒状に縫製した不織布を摩擦低減材として使用している。また更生管の先頭には先導管を配置し、更生管の前進に合わせて不織布をよじれ等の不具合を生じさせることなく拡張する役割を担っている。

一方、更生管の特長として、継手部には可撓性に加えて、離脱防止機構を装備しているため、既設管の状況に応じた蛇行又は段差追従性を有すると共に、耐震性に優れた管路を構築することができる。また、更生管が老朽化した場合、その管を順次引き抜き、新たに同口径の管で再度、更生することができる。

3. 更生管の形状

更生管は Fig. 2 に示すように継手部と管本体が同一外径であり、凹凸による挿入抵抗力を小さくする形状とした。

また、管体の断面はFRP層及び樹脂モルタル層から構成される5層構造を採用し、管長Lは立坑の大きさに応じて、500mm以上であれば任意の寸法が製作可能である。

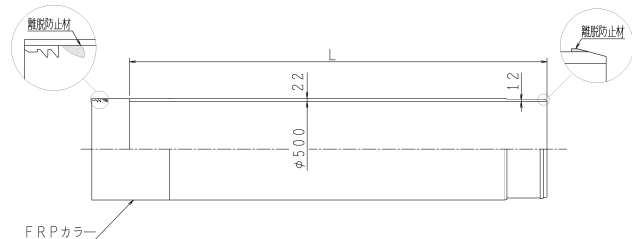


Fig. 2 更生管の形状 (例：呼び径 500)

* (株)栗本鐵工所, Kurimoto Co., LTD

** (株)エステック, Estec Co., LTD

*** 農村工学研究所, National Institute for Rural Engineering

**** 茨城大学, Ibaraki University

管更生工法

馬蹄形 FRPM 管

薄肉 FRPM 管

4. 更生管の性能

呼び径 400 及び 800 について、外圧試験及び圧縮試験を実施し、更生管の性能を確認した。一般にパイプ・イン・パイプ工法では既設管と更生管の空隙に中込材を打設するが、本工法においてはコスト縮減を鑑み、それらの工程については省略することを基本としている。このため、更生管の外圧強度は自立管としての耐力を発揮するように断面設計を行っている。

①外圧試験

JISA5350 強化プラスチック複合管の試験方法に準じ、環片 300mm に切断した供試管を載荷台上に置き、管頂及び管底部にゴム板を当て、加圧試験機にて破壊荷重を測定した結果、Table2 更生管の設計条件から算出される試験外圧値に対して 1.8~2.0 倍の値であった。

②圧縮試験

更生管を挿入する際は隣り合う管の端面同士が接触し、更生管端面にはジャッキによる推力が作用するため、肉厚が最も小さい挿口端面の圧縮強度を確認した。その結果、最大施工延長 300m の更生管自重を考慮した規格値に対して 4~5 倍の実測値を得た。



Fig. 3 性能試験状況

(左：外圧試験，右：圧縮試験)

5. 摩擦低減材の性能

摩擦低減材は、ポリエステル繊維を使用したフェルト材の間に高強度ポリエステルファイバーを 21 本/50mm の間隔で配置した構成であり、製品の厚さは 3mm である。ここではコンクリート管内で設置される場合を想定し、アルカリ環境下における浸漬試験及び摩耗試験を実施した結果、約 50 年の長期耐久性を有することを確認した。

①浸漬試験

pH12.5 に調整された 50℃ の溶液に 18 日間 (約 25 年間) 及び 36 日間 (約 50 年間) 浸漬させて引張強さ及び重量変化を測定した結果、引張強さは 90% 以上を満足し、浸漬前と同等の性能を有することを確認した。また、重量変化は全くなかった。

Table4 浸漬試験結果

測定項目	初期値	浸漬18日	浸漬36日
	(浸漬前)	測定値	測定値
引張強さ (N/3cm)	1556	1602 (103%)	1409 (91%)
5%モジュラス (N/3cm)	432	374 (87%)	387 (90%)
10%モジュラス (N/3cm)	975	831 (85%)	832 (85%)
15%モジュラス (N/3cm)	1462	1373 (89%)	1305 (89%)

②摩耗試験

摩擦低減材は更生管を挿入する前に敷設するが、その施工手順から摩擦低減材には更生管の移動による摩擦力が作用する。このため、最大口径である 800 の更生管重量を摩擦低減材に負荷させた状態で半割形状の FRPM 管外面上を往復移動させ、摩擦低減材の重量変化を測定した。

その結果、換算距離 1,000m に相当する往復回数について、摩擦低減材の重量は変化が無いことを確認した。

Table5 摩耗試験結果

往復回数	換算距離 (m)	重量 (g)	
		試験前	試験後
42回	50	27.58	27.58
83回	100	27.80	27.80
167回	200	30.64	30.61
250回	300	28.58	28.56
417回	500	28.88	28.87
833回	1,000	29.84	29.83

6. おわりに

本報では、老朽化した中小口径の管水路に適用できる更生工法の概要及びその基礎的な試験データについて記述した。継続して、本工法の有効性を検証すると共に、今後も地道な技術データの蓄積を行い、コスト縮減ならびに安全性の高い更生工法を提案していきたいと考える。