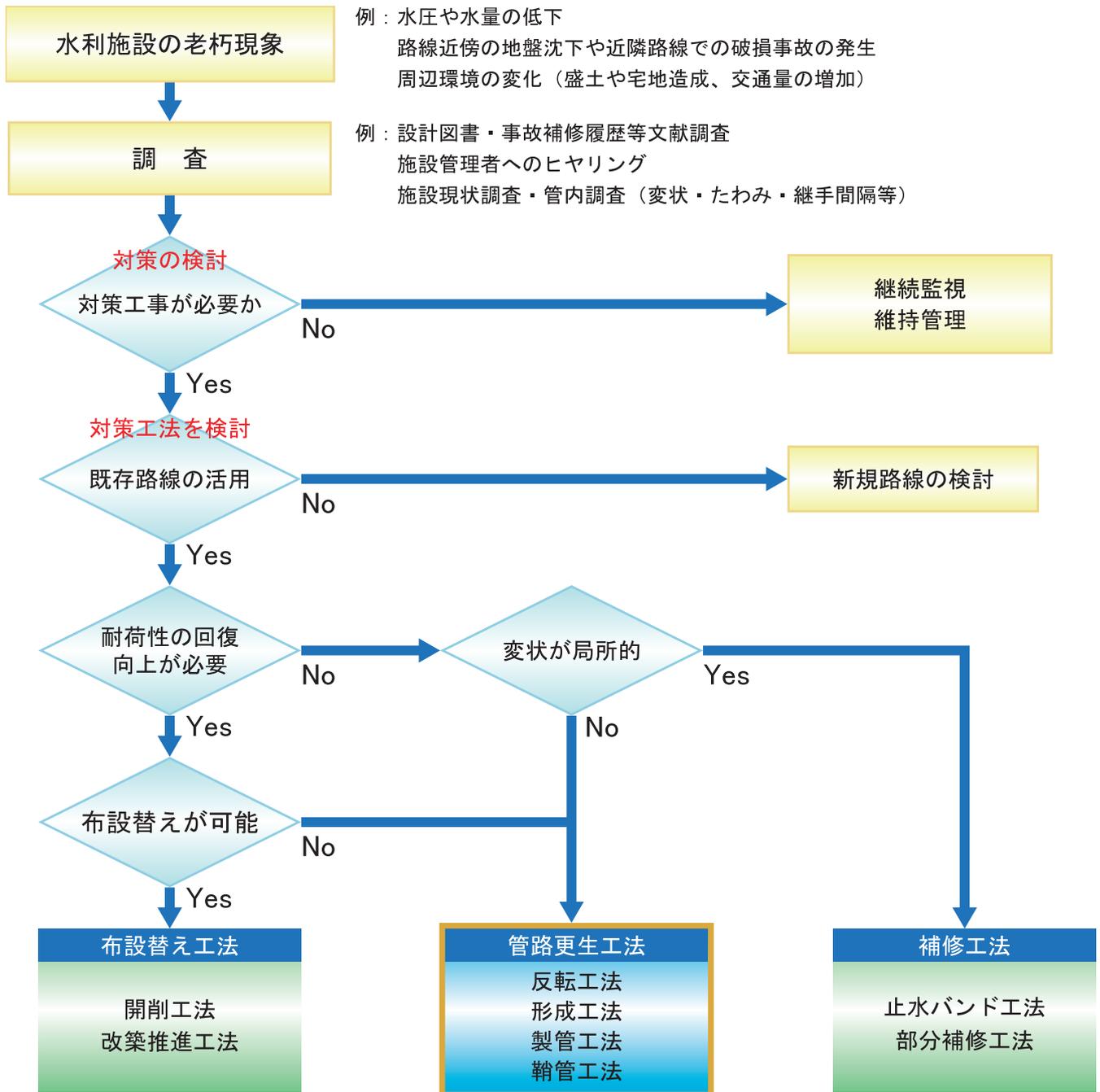


農業水利施設の補修・補強に向けた
管路更生工法のご案内



管路更生工法の適用

パイプラインにおける機能保全計画や長寿命化計画での対策工法検討フロー



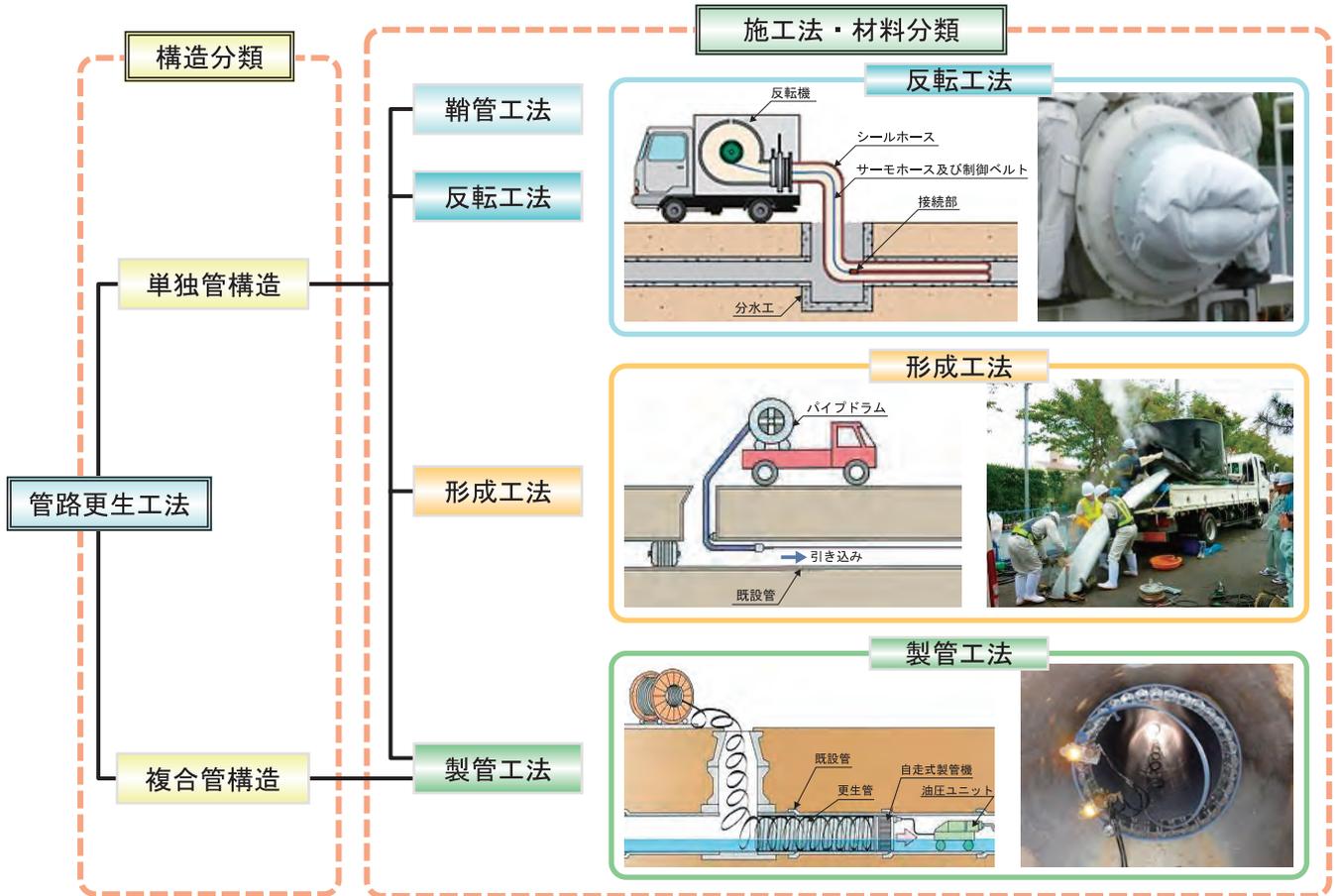
管路更生工法とは

パイプラインや水路トンネルの性能低下に対して、掘り返すことなく既設管の内面にプラスチック材料(更生材)を挿入・成形、管路を再び機能させるあるいはその機能を向上させる工法（補修・補強・改修）です。

主な管路更生工法には、材料を管路内に空気圧・水圧で反転挿入し、熱や光で硬化させる「反転工法」、材料を管路内に機械的に引き込み、熱や光で硬化させる「形成工法」、そして塩化ビニル、ポリエチレン樹脂製の帯で管路内に更生管を構築する「製管工法」などがあります。

農業水利施設では30年以上の歴史と実績がありますが、下水道分野でも同様に多く採用（約12,000km）されています。

管路更生工法の分類



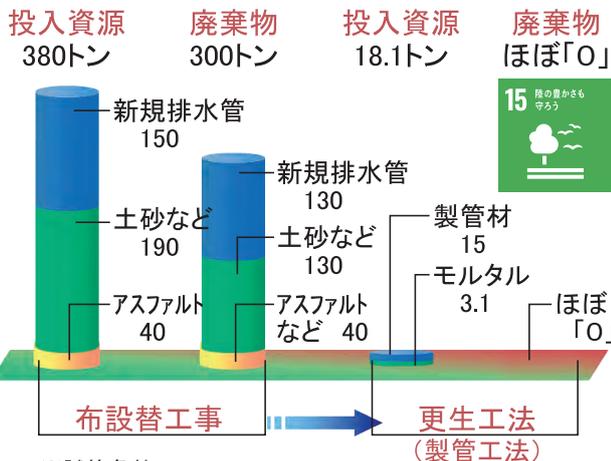
管路更生工法のメリット (vs 開削布設替工法)

- 大掛かりな掘削や仮設が必要なく、施工に必要な用地は最小限です
- 比較的短工期での施工が可能であり、農作業や住民生活への影響が最小限に出来ます
- 既設の構造物を最大限有効活用するため、廃棄物やCO₂が削減でき、環境負荷削減に貢献
- 水密性や流下性能、耐久性などに優れたパイプに蘇ります

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

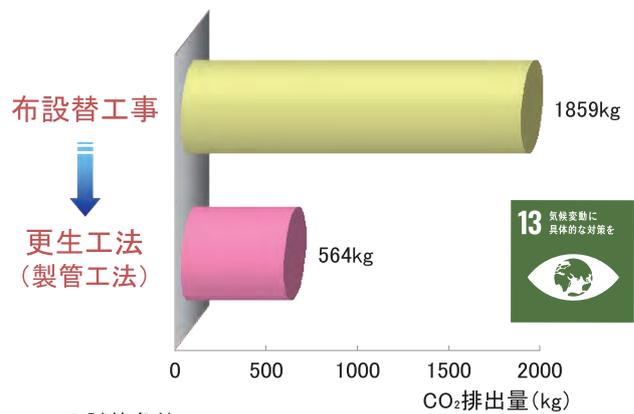


資源・廃棄物の削減



CO₂排出量の削減

老朽管改築工事におけるCO₂排出量



農業用水路の社会資本整備への取り組み

3SICP技術協会

1. はじめに

現在、全国の基幹的な農業水利施設は約7000箇所、支線水路を含めた農業用排水路は約40万kmに及び基幹的農業水利施設の総資産価値（再建設費ベース）で18兆円のストックが蓄積されている。（図1-1）

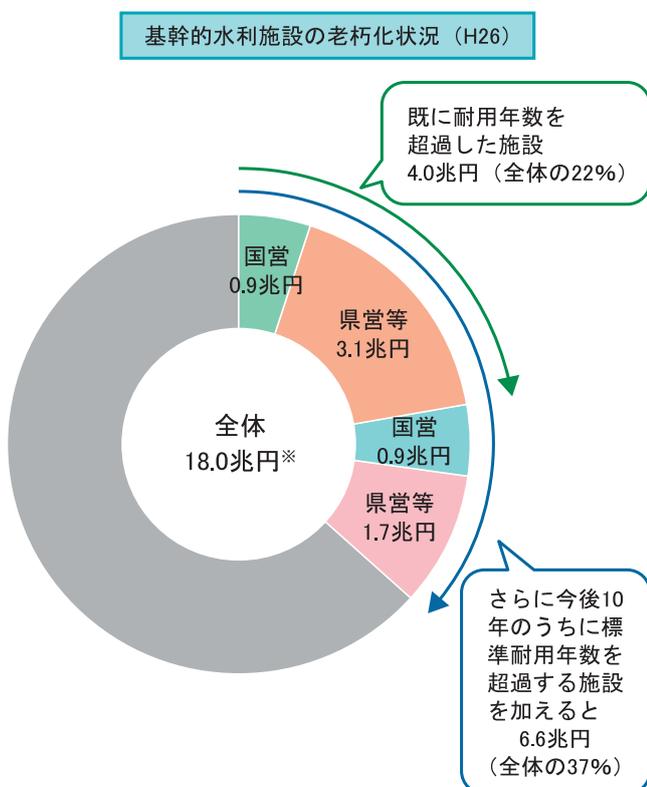


図1-1 農業水利ストックの現状

農業水利ストック情報データベースに登録（平成25年6月時点）されているパイプラインの延長は、約7500kmである。管種ごとの施設延長で見ると、ダクタイル鋳鉄管類が全体の47%を占め、次いで硬質ポリ塩化ビニル管類の20%、強化プラスチック複合管の16%となっている。そのため、耐用年数を迎えたり、突発的な事故が発生している。（図1-2）

しかしながら、現在供用しているため、開削工法の適用が難しく、非開削で施工を行える管更生工法が採用されている。そこで、非開削工法で施工が出来る工法について本文章で紹介する。

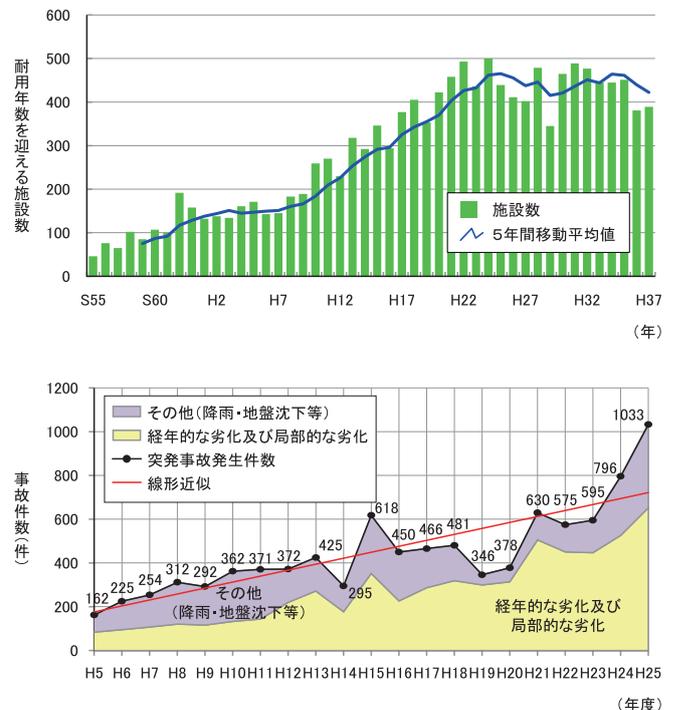


図1-2 耐用年数を迎える基幹的水利施設数と突発事故発生状況

2. 工法の概要

2-1 概要

- ①酸性を有するガラス繊維と不織布を複合し熱硬化性の樹脂を含浸した更生材を既設管きよ内に反転または引き込みにより挿入し、空気圧によって拡張して既設管内面に密着させる。温水循環により加熱して樹脂を硬化させ、所定の強度と耐久性を有した更生管を形成する。
- ②既設管と特殊セメントによる一体化できる複合管工法である3Sセグメント工法は、表面部材に半透明なプラスチック製のセグメントを使用する事で確実な施工を可能としている。

2-2 工法の特長

①SGICP/SGICP-G工法

- 反転工法・形成工法どちらでも対応可能な材料構成となっている。
- レベル2地震動にも対応した耐震性を有し、優れた耐久性を有している。
- SGICP-G工法の概要を図2-1に示す。

SGICP-G 工法

SGICP-G 工法更生材仕様	
内面被膜フィルム	ポリエチレン+ナイロン+ポリエチレン
基材	ポリエステルフェルト+グラスファイバー複合フェルト
樹脂	不飽和ポリエステル

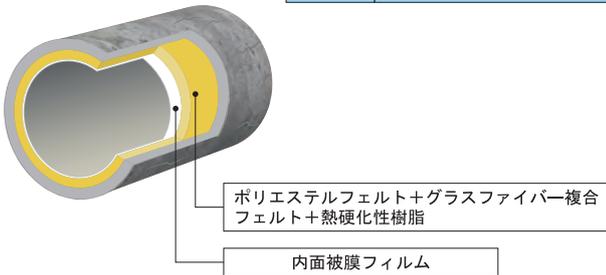


図2-1 SGICP-G工法 更生材



完成（異物の撤去）

②3Sセグメント工法

②3Sセグメント工法

- 透明で大型専用機械を使用せず、人力のみで施工が出来、施工完了後は、大変綺麗な特徴を持っている
- 円形、矩形及び馬蹄形など既設管に合わせた施工が出来る。
- 3Sセグメント工法の更生材の概要を図2-2に示す。



施工前（躯体の耐力不足）

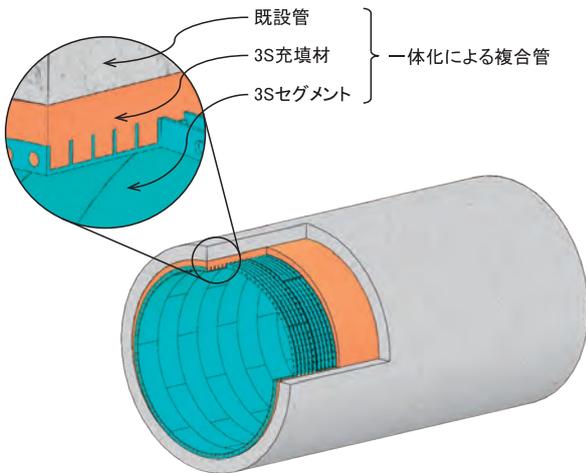


図2-2 3Sセグメント工法概要図



SGICP完成（耐力向上）

3. 施工事例（農水事業）

①SGICP工法



施工前（目地から木根）

4. 農水事業への取り組み

今回紹介した施工事例のように自立管及び複合管、いずれにも対応可能な工法の利点を活用し、様々な施工条件に柔軟に対応できるように、今後とも新しい手法や材料の開発に努めていきたいと考える。

今後もさらなる品質向上、施工性向上に向け、引き続き技術改善等に取り組み、維持管理事業の一助となるよう努めていく所存である。

問合せ先

3SICP 技術協会

東京都千代田区神田佐久間3-15 EST 秋葉原 1F

TEL 03-5829-3581 FAX 03-5829-3791

<http://www.3sicp.jp>

サブライン工法の概要および河川横断区間への施工事例

日本サブテラシステム協会

1. はじめに

本工法は平成13年にSUBTERRA社（英国）から技術導入して20年以上経過し、これまで主に農業用水・工業用水の圧力管を中心に管更生を行ってきた。ポリエチレン管を用いたサブテラシステムは、老朽化した既設管の更生・修復技術の分野で卓越した管更生方法として世界中のユーザーに採用されているシステムで、施工後は新品のポリエチレン管に変わり、流体圧力により既設管の内面にぴたっと密着する。1985年に本システムが開発、展開されて以来、施工されたサブテラシステムは上水道・工業用水・下水道・農業用水パイプラインなどの幅広い用途の更生方法として採用されている。

サブテラシステム3工法の一つであるサブライン工法は、JIS規格に準拠して製造されたポリエチレン管を更生材とした管更生工法である。

ここでは本工法の概要と施工事例について述べることにする。

2. サブライン工法の概要

サブライン工法は、工場で製作されたポリエチレン管を現場でバット融着機により融着接合し一体化したのち特殊機械によりハート形成（縮径）しながら既設管内にウインチ等で引き込み、常温水圧により円形に復元されさらに加圧することで既設管内面に密着（クローズフィット）させる工法である。圧力管の場合既設管との隙間はほとんどなく、無圧管の場合でも隙間は6mm以下ですのでモルタル充填等を行わない。

図1に構造図を、表1に適用範囲を示す。

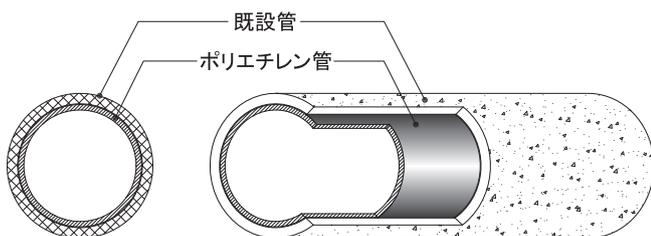


図1 ポリエチレン更生管の構造図

表1 適用範囲

項目	適用範囲	
適用管種	鋳鉄管、鋼管、FRPM管、ヒューム管、PC管等全ての円形管	
適用管径	φ 300～φ 1000	
施工延長	1000m (実績 φ 600×520m, φ 500×546m)	
既設管の状況	段差	10mm以下
	屈曲角	10°以下
	隙間	原則制限無し（自立管） 都度管厚設定（ライニング管）
	曲率半径	2DR以上（11.25°曲）、4DR以上（22.5°曲）、8DR以上（45°曲）
	浸入水	0.05MPa以下、2.0ℓ/min以下
	滞留水	原則制限無し

※D：既設管呼び径

3. 工法の特長

3-1 長スパンの施工

段差や隙間、滞流水がある管路への施工も可能であり、施工延長も究極的な曲がりがないければ最大1000m（管径、管厚、施工条件による）可能である。（但し、管内カメラ調査及び洗浄用立坑は必要）

3-2 施工期間の短縮・経済性

ポリエチレン管は、現場での熱硬化等が必要なく、長スパンの施工が可能で、施工期間を大幅に短縮することが出来る。最小限の掘削箇所ですむ為、経済的な施工が可能である。

3-3 流量の向上

ポリエチレン管は優れた耐摩耗性に加え、粗度係数（ $n=0.010$ ）も低く通水能力が向上。

3-4 耐久性・耐震性

ポリエチレン管は長期寿命特性（耐用年数50年）があり、耐薬品性・耐摩耗性にも優れている。また、可撓性を有し、柔軟性に優れているので、地震や軟弱地盤での不等沈下に追従し、流下機能が保たれる。

3-5 品質管理

ポリエチレン管は工場において厳正な品質管理の下に製造されており、施工後の肉厚の不均一等の心配が無い高品質のパイプライン形成が可能である。また、常温で施工が可能の為、温度管理の必要がない。

3-6 環境問題

ポリエチレン管は環境への悪影響物質（ダイオキシン等）の発生の心配がない。

4. 施工事例

4-1 工事概要

工事対象管路：農業用排水路内河川横断路

施工場所：埼玉県児玉郡神川町（右岸）
～群馬県藤岡市牛田（左岸）

既設管口径：HP ϕ 900、HP ϕ 600

施工延長： ϕ 900～270m、 ϕ 600～224m

更生管仕様： ϕ 900（外径890mm、厚さ24mm、38.6mm）
 ϕ 600（外径595mm、厚さ16mm）

施工期間：平成25年1月中旬～平成25年3月初旬

施工現場は上流の取水場から田園地帯への配水路の途中の河川横断用管路（図2）で本現場における農業用水管路の現状は、河床低下により管巻立てコンクリートが露出し、表面が洗掘されており、管内においてもヒューム管内の漏水も多く、改修が急がれている状況にあった。（写真1、2）。



写真1 卷立てコンクリートの鉄筋露出状況



写真2 既設ヒューム管内の状況

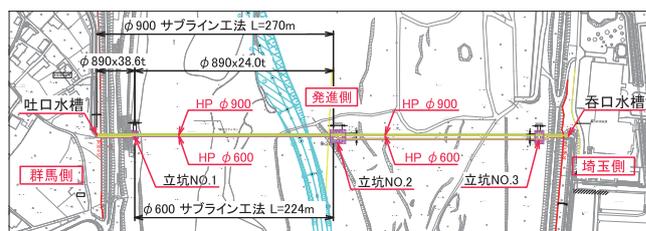


図2 施工全体

4-2 工事内容

改修に当っては、推進工法による再構築と管更生工法による補修の2通りの方法が検討されたが、事業工期・事業費用などの観点から管更生工法が採用された。

管更生工法においても多種にわたる工法がある中、管内調査による既設管の状態、管更生延長、発進立坑の設置位置、工事費用など様々な施工条件を検討し、河川横断部分に本工法が選定された。

ϕ 900のラインについては、河川部と堤防部では強度上更生管の厚みに著しい差があるので中間立坑を設置し2回施工とした。堤防部管厚38.6mm（SDR23）はサブライン工法標準厚（SDR26）より少し厚めでハート形成が懸念されたが問題なく施工。（写真3～6）

発進立坑部の埋設深度が20m弱と非常に深かった為、通常よりかなり大きな発進立坑となった。



写真3 バット融着



写真4 ハート成形



写真5 引込み挿入



写真6 管端処理

5. おわりに

今回、紹介させていただいた施工事例は施工ヤードが充分確保できた例であるが、既設管延長線上に確保できない場合、直交方向から一定の曲率半径で引き込むことも可能である。（実績あり）

サブライン工法は、適用管厚SDR26以下なので自立管としては内圧0.4MPaまで適用可能である。（0.4MPa以上はライニング管仕様となる。）

今後も安全・安心・高品質・短時間施工の工法を目指し、改善、改良を重ねていく所存である。

著しい施工期間制限の中でのダンビー工法施工事例

EX・ダンビー協会

1. はじめに

農業用水管路は、我々の生活に欠かすことのできない重要なパイプラインの一つであるが、近年、地盤変動、老朽化等の環境変化により、漏水や損傷など機能の低下が確認されるものも少なくない。しかし開削工法による布設替えは、農作物への影響や生活環境への悪影響などの問題がある。

更にこのような更新整備事業では、既存ストックの有効活用を図りつつ、劣化状況に応じた適切な対策を実施するストックマネジメント手法への転換が進められてきている。これらに柔軟に対応するため、非開削でかつスピーディーに管きよの機能を回復させることが可能なダンビー工法の適用は非常に有効である。

本稿では、著しく施工期間の制約を受けた中で、施工した事例を紹介する。

2. ダンビー工法の概要と特長

ダンビー工法は、既設の管きよを非開削で効率的に更生する工法である。施工方法の概要は、まず、既設管きよ内面上部に鋼製のスペーサーを設置する。次に、硬質塩化ビニル製の帯板状部材（ストリップ）をマンホールから既設管きよ内に送り込み、管きよ

の内面にスパイラル状に巻き立てる。その後、隣り合うストリップ間を接合用かん合部材（SFジョイナー）でかん合し、連続した管体（ストリップ管）を形成する。最後に、ストリップ管と既設管きよとの空隙に充てん材を注入することで、既設管きよと更生部材とが一体となった更生管（複合管）となり、高い強度と水密性を発揮する。さらに、中央溝部とフレキシブル部を併せ持つSFジョイナーを使用することにより、更生管は優れた耐震性能を発揮する。

工法の特長は次の通りである。

- ①ストリップ背面のT型リブがアンカーとなって、ストリップ・充てん材・既設管きよが一体化した、強度の高い複合管となる。
- ②中央溝部とフレキシブル部を併せ持つSFジョイナーを使用することで、優れた耐震性能を有する。
- ③管きよ内空断面の縮小を最小限で抑える上、内面粗度が改善されるため、既設管きよと同等以上の流量が確保できる。
- ④独自のかん合構造とシール機能および充てん材により、更生管は内・外水圧に対して優れた水密性を有する。
- ⑤ストリップの材質は、硬質塩化ビニル製であり、優れた耐薬品性・耐磨耗性及び耐久性を持つ。
- ⑥矩形きよや馬蹄形きよ等に、施工することが可能である。
- ⑦既設管きよに密着して巻き立てるため、施工後の管底高の変化が少ない。

3. 水路トンネルの補修・補強事例

(1) 工事概要

- ①工事名：南部幹線水路改修その4工事（10号サイホン-2）
- ②発注者：関東農政局 三方原用水二期農業水利事業所
- ③工期：2020年9月～2021年3月
- ④内寸法：既設管 矩形1500mm×1500mm
更生管 矩形1419mm×1419mm
- ⑤延長：87.59m

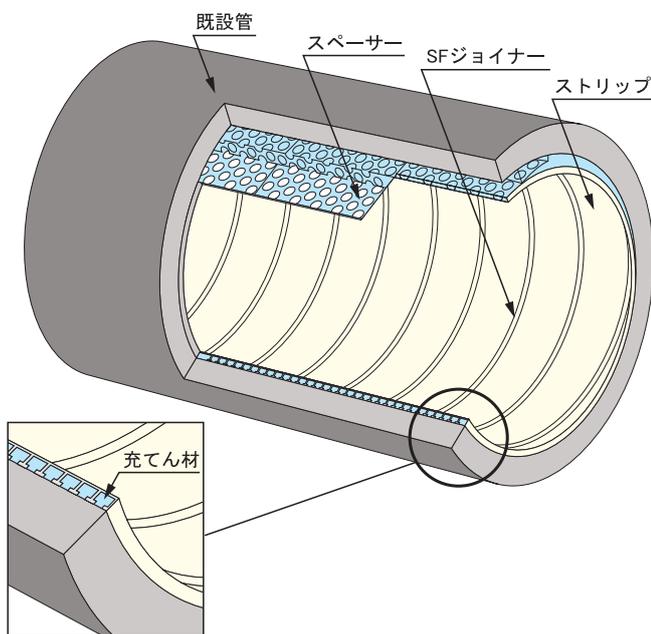


図1 仕上がり図



図2 平面図

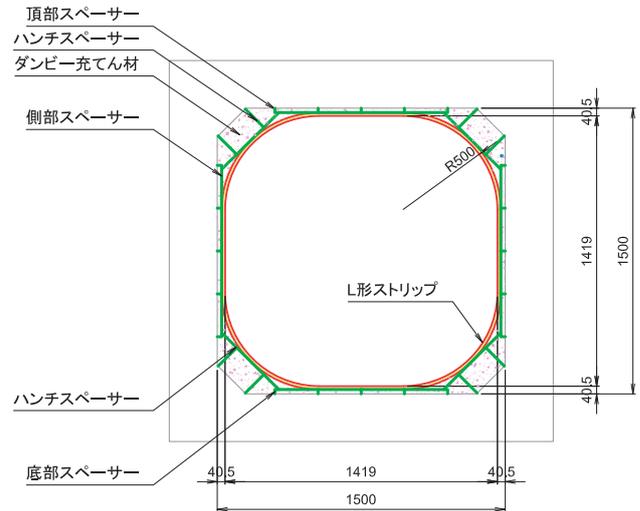


図3 更生断面図

(2) ダンビー工法採用経緯

本事業の目的は、既設開水路のパイプライン化に伴い、路線形態が変化する事に対する補強を主な目的とするほか、既設サイホンの目地開き等によるサイホン内部から外部への漏水を防ぐ事で、農業用水の安定供給による農業生産性の維持・農業経営の安定化に資することにある。

当該施設は、昭和35～45年ごろに作られた国営三方原土地改良事業における農業水利施設である。通年通水をしており、非かんがい期（10月～3月）でも名産のジャガイモ/茶葉の生産が活発なため、施工が可能な断水期間は1週間のうち2.5日である。

本工事での施工条件は、上記の断水期間を加味して以下のとおりだった。

- ①断水後に約1 kmのサイホン区間の水替えが必要となるため、実際の施工期間は1週間で2.0日程度となること。
- ②サイホン区間のため通水時は満水状態で用水が流れるため、通水期間中は管内に資機材を残置できないこと。
- ③施工途中であっても、通水に支障がないよう設置・製管した部材を適切に養生しなければならないこと。
- ④入坑可能な箇所は、施工区間の上流側1箇所のみであるため、1箇所からの施工が可能であること。
- ⑤施工区間に2箇所の曲線 R=30mとR=50mの製管が可能であること。

これらの施工条件をクリアすると共に、過去に今回発注者である関東農政局発注の大井川用水二期農業水利事業においても、今回工事同様、断水期間が週に3日という条件で施工した実績があったため、今回のダンビー工法採用に至った。

4. おわりに

ダンビー工法は、このような施工期間制約を受ける環境下での施工や、入坑箇所が1箇所でも施工が可能であり、施工実績も積み重ねている事から、今後も同様な水路トンネルの補修・補強工事の参考となれば幸いである。

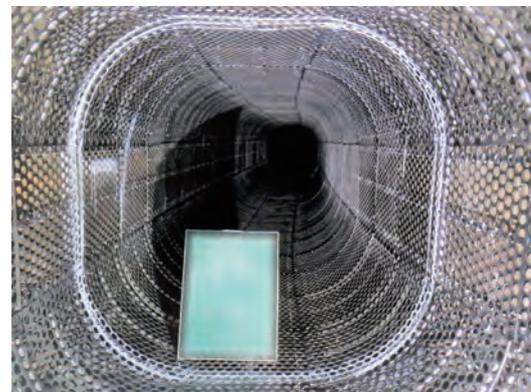


写真1 スペーサー取付



写真2 製管状況



写真3 完成

農業用水における更生管7年経過後のモニタリング調査・試験報告

光硬化工法協会

1. はじめに

近年、我が国では高度成長期に建設した農業水利施設の老朽化が進んでおり、パイプラインの長寿命化のための機能保全対策として、管路更生工法の必要性が増加している。高知県香美市では、農業用水管路の管更生として、平成27年に光硬化工法による管更生を施工した。この現場は、開水路との接続箇所も存在しているため、色々な劣化要因が考えられる。施工から7年が経過したため、この度、関係各位のご協力のもと、更生管のモニタリング調査を実施した。その概要を報告する。

2. 工法の概要

モニタリングを実施したのはシームレスシステム工法であり、管体の模式図を図1に示す。この管体で使用している更生材は、耐酸性ガラス繊維に不飽和ポリエステル樹脂を含浸させ、さらに現場で硬化させたガラス繊維強化プラスチックパイプである。本工法は、管内に引き込んだ更生材を膨らませてその内側に硬化用ライトを挿入し、管内面でライトを点灯して更生材に光照射することにより更生材を硬化させてパイプを形成する。更生材内で硬化用ライトを点灯している状況を図2に示す。

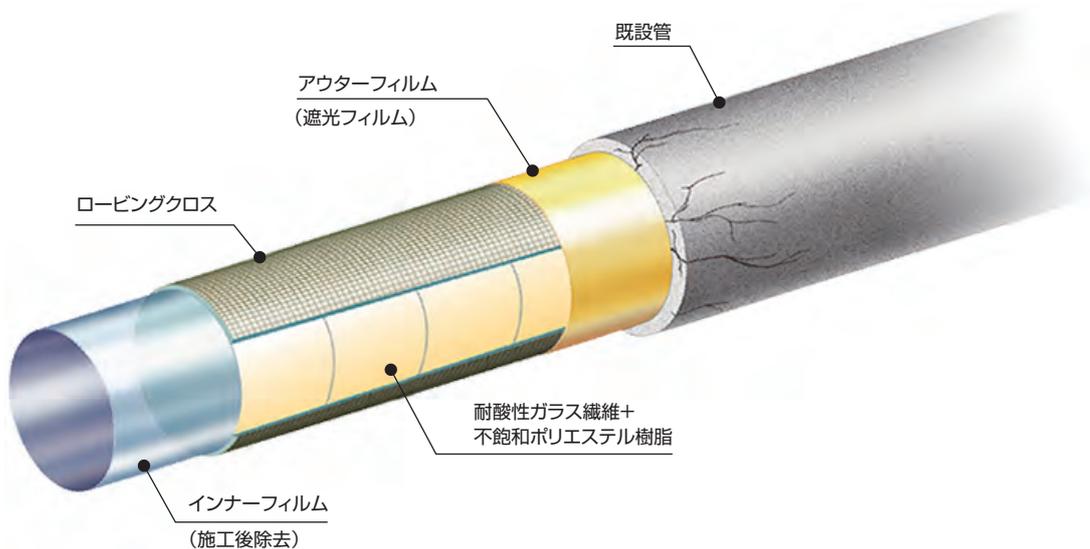


図1 シームレスシステム工法の管体模式図



図2 硬化用ライト点灯状況

3. モニタリングの概要

調査は、平成27年度に施工したシームレスシステム工法（口径350mm、延長31.5m）を対象として実施した。

モニタリング作業は、以下の工程で実施した。

- ①管内を洗浄して管内の付着物等を除去した後、TVカメラにより目視確認した。
- ②更生管の上流側と下流側の管内管口から、長さ約30cmの筒状サンプルを採取した。
- ③撤去した箇所は、更生管と同等の強度を有する光硬化型部分補強工法によって補修し、さらに端部をエポキシ樹脂でシールして端末を処理した。

図3～5に各状況写真を示す。



図5 長さ約30cmの筒状サンプル採取状況



図3 高圧洗浄車による洗浄状況



図4 TVカメラによる施工管内面状況

4. 試験方法

採取した筒状サンプルを公的試験機関にて物性試験等を実施した。

物性試験は、筒状サンプルの頂部と底部及び左右の側方から供試体を作製し、JIS K7171（曲げ試験方法）による曲げ強さと曲げ弾性率を測定した。さらに、管軸方向の供試体からJIS K7161（引張試験方法）による引張強さと引張弾性率を測定した。また、更生管の劣化を調べるため、劣化の判定が可能な非破壊方法として、マイクروسコープによる表面観察と赤外分光光度試験を試みた。赤外分光光度試験（FT-IR）は、供試体に赤外光を照射し、透過または反射した光を測定することで供試体の構造解析や定量を行う分析手法の1つである。FT-IR試験機の概要を以下に記す。

測定装置：Nicoletis20 Thermo Fisher Scientific 製

分解能：4 cm⁻¹、スキャン回数：64回 測定方法：ATR法

5. 試験結果

5-1 物性試験結果

曲げ試験結果を図6に、引張試験結果を図7に示す。

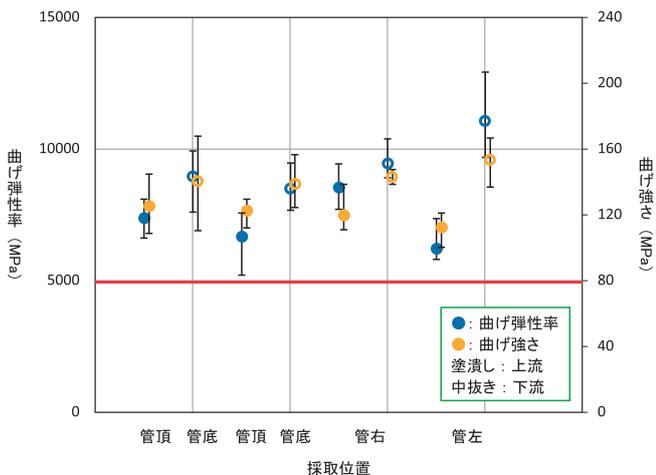


図6 曲げ試験結果

す。赤線は規格値を示す。試験結果から全ての項目で採取した供試体の値は規格値を上回っていた。

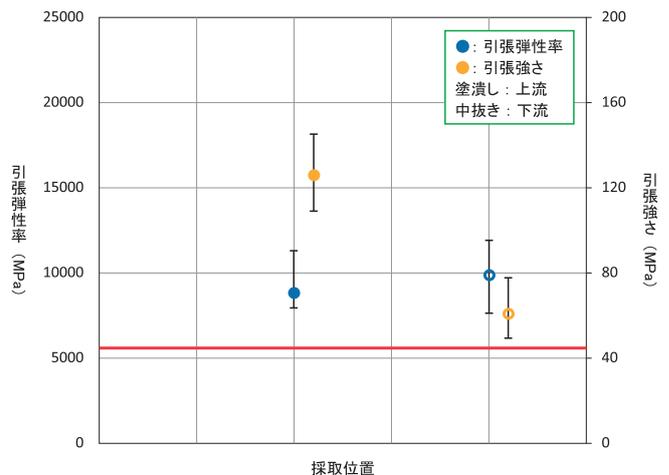
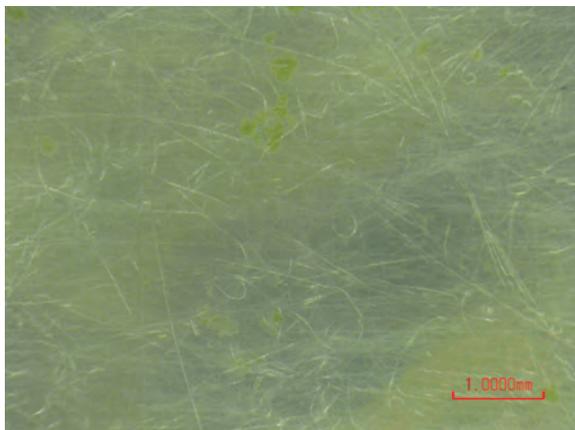


図7 引張試験結果

5-2 表面観察結果

デジタルスコープ (Shuttle Pix P-400R (株)ニコン製) により更生管の平面を観察した。一般的にプラスチック材料は空气中に暴露されれば、酸素や水あるいは紫外線や電磁波などによって、分子結合が乖離して壊れると言われている。最初に現れる劣化の

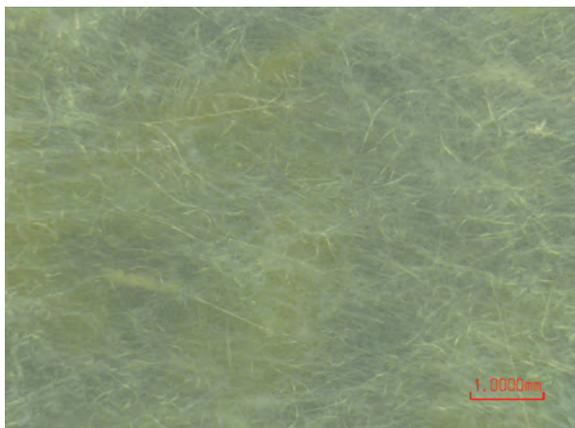
兆候は、①白化現象として表面が白く濁る、②小さな亀裂が発生する現象を示す。今回の測定機関の試験報告書では、「明確な差は認められなかった」と記載されており、劣化の兆候が確認されなかったと判断した*1。



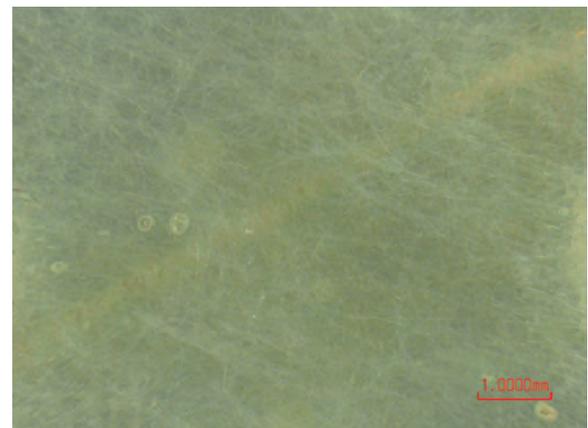
上流頂部



上流底部



下流頂部



下流底部

図8 デジタルマイクロスコープによる更生管の表面写真

5-3 フーリエ変換赤外分光光度 (FT-IR) 試験結果

更生管は不飽和ポリエステル樹脂で構成されており、劣化の1つとして、ポリエステル樹脂の加水分解が考えられる。この点から考察した。

この方法では、不飽和ポリエステル樹脂が加水分解すると発生する水酸基 (-OH) の吸収スペクトル値を観察することにした。硬化させた直後の更生管と、今回の7年経過した更生管ではどのような変化があるのか、定量的な変化を計測できないか検討した。初期値 (管体を硬化させて殆ど時間経過してい

ないもの) はグラフ中の2つの緑色の曲線であり、それ以外の曲線は今回の採取品の曲線である。これらを比較したが、大きな差異が見られなかった。試験機関の試験報告書には「明確な差は認められなかった。また、ピーク強度の差はごく僅かであった。」と記載された。さらに、この方法では、「この試験が、極微少な部分に限られた測定になることから、参考データ」と記載されていることから参考データと考える。

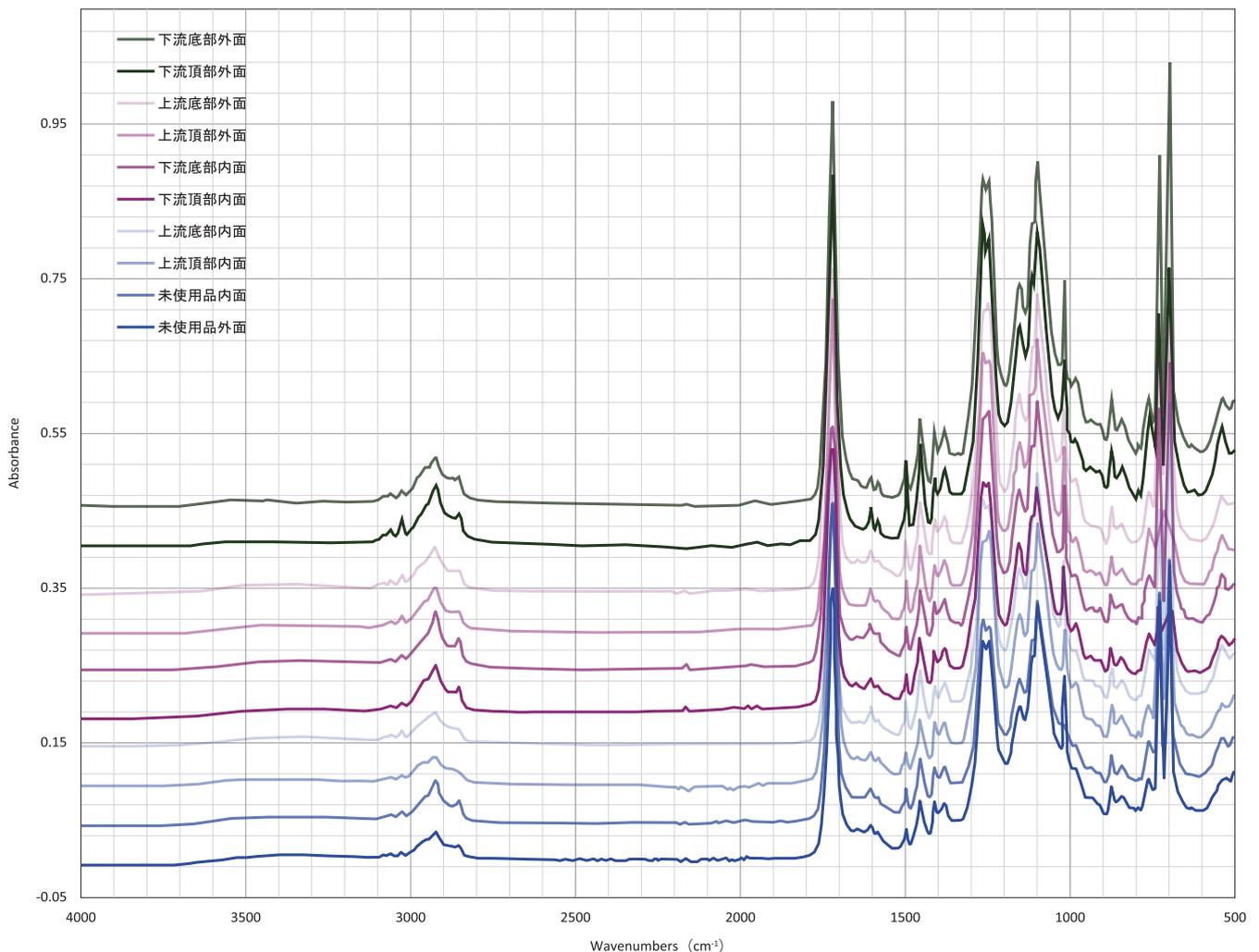


図9 赤外線吸収スペクトル結果

6. まとめ

以上の測定結果から以下のことが推察できると考えている。

- ① TVカメラによる内面状況の観察では、更生管の変状は見受けられなかった。
- ② 採取したサンプルによる物性試験では、曲げ試験・引張試験とも劣化が疑われる様な試験値ではなく、工法が基準とする値を全て上回っていた。

③ 光学的な試験の表面観察では、明確な差は認められなかった。

④ 赤外分光光度試験では、極微小部分の試験ではあるが、ピーク強度の差は極く僅かであり、劣化には至っていないと推察した。

これらの結果から、更生管から明確な劣化の症状を発見することはできなかった。このことから7年経過では明確な「劣化症状」は発見できず、性能は維持されていると考える。

【参考文献】

※1 本間精一 設計者のためのプラスチックの強度特性、工業調査会、2008

一般社団法人日本管路更生工法品質確保協会について

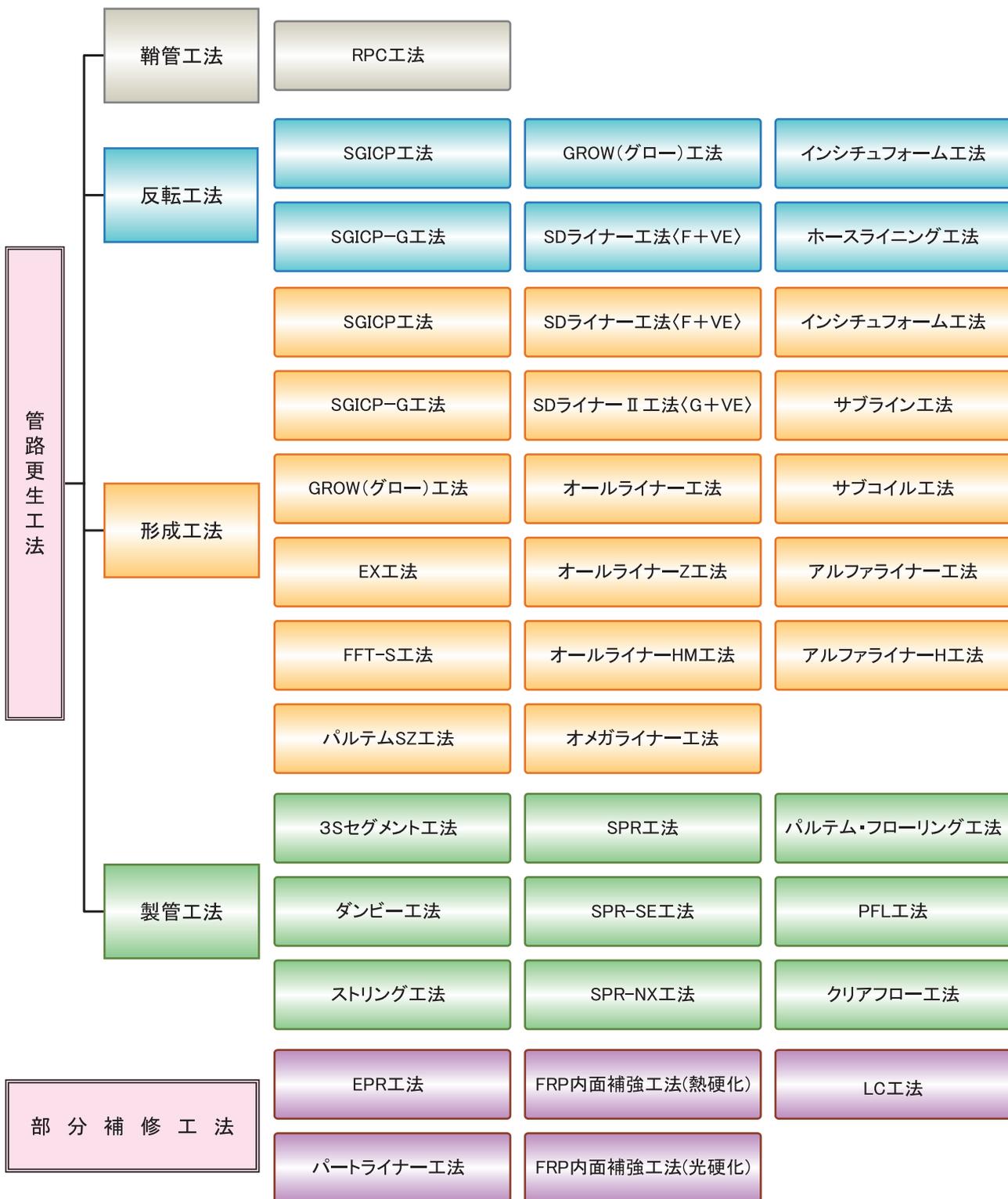
農業用水、下水道などの管路の機能を再生、向上させる管路更生工法について、

- ・工法及び工事に関する調査・研究
- ・工事の適正な実施と必要な技術能力向上

等を通じて、高い技術水準及び管理システムの構築と統一化を行い、国や地方公共団体等発注者の信頼を確保することを目的とする業界団体です。

品質協会の取り扱い工法

ご検討に当たっては、各工法協会へ直接お問い合わせください。



〈正会員：80社〉

(株)相川管理 アクアインテック(株)	(株)クボタケミックス クリーンサービス(株)	(株)日栄興業 日工建設(株)
(株)アクアスマート	京阪神道路サービス(株)	日鉄パイプライン&エンジニアリング(株)
(株)アコック 浅川道路(株)	(株)京浜クリーン	(株)日本管路サービス
芦森エンジニアリング(株)	(株)興和	日本推進建設(株)
芦森工業(株)	三喜技研工業(株)	日本ノーディングテクノロジー(株)
足立建設工業(株)	(株)三希設備	日本ヒューム(株)
五十嵐建設工業(株)	(株)湘南合成樹脂製作所	藤木建設(株)
石川徳建設(株)	正和興業(株)	(株)フジタ
(株)イチグミ	(株)伸幸	藤野興業(株)
エスジーシー下水道センター(株)	杉江建設工業(株)	富士ロードサービス(株)
(株)エムテック	積水化学工業(株)	北立建設工業(株)
(株)近江美研	大日本土木(株)	マーク建設(株)
(株)大阪環境	高杉商事(株)	真下建設(株)
(株)大阪防水建設社	タキロンシーアイシビル(株)	松戸建設(株)
大林道路(株)	(株)武井工務所	(株)松本組
(株)オール	(株)竹内工務店	三倉建設(株)
(株)奥村組	地建興業(株)	(株)水十水工業
奥村組土木興業(株)	(株)中越興業	(株)宮城日化サービス
(株)オクムラ道路	(株)TMS工業	(株)村井工業所
オリエント工業(有)	東亜グラウト工業(株)	(株)メーシック
カジマ・リノベイト(株)	東宝建設(株)	(株)ヤマウチ
株木建設(株)	東洋テックス(株)	(株)山田組（札幌市）
加茂建設(株)	(株)豊浦浚渫	(株)山田組（名古屋市）
管水工業(株)	(株)トラストテクノ	(株)リグドロップ
菊池建設工業(株)	(株)ナカバヤシ	ワイエスイー(株)
	奈良建設(株)	

〈特別会員：14工法協会〉

3SICP 技術協会	オールライナー協会	日本サブテラシステム協会
EPR 工法協会	管路品質評価システム協会	パルテム技術協会
EX・ダンビー協会	クリアフロー工法協会	光硬化工法協会
FFT 工法協会	日本 SPR 工法協会	ポリエチレンライニング工法協会
SD ライナー工法協会	日本インシチュフォーム協会	

〈賛助会員：7社3協会〉

(一社)管路診断コンサルタント協会	(株)SORS	(株)日水コン
(株)三水コンサルタント	東京都下水道サービス(株)	ハイブリッドマンホール協会
(株)G&U 技術研究センター	(株)南陽	
J-TEX 工法協会	日建商事(株)	



一般社団法人
日本管路更生工法品質確保協会

Japan Pipe Rehabilitation Quality Assurance Association
事務局：〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町1-9-11 石川COビル3階
TEL. 03 (3526) 6336 FAX. 03 (3526) 6337
Email : info@hinkakukyo.jp

<http://hinkakukyo.jp>

品質協 | 

