

# LC工法の概要と施工事例について



山田 邦治  
日本インシチュフォーム協会  
LC工法  
技術委員

## 1. はじめに

近年、老朽化した下水道管きょが道路陥没等を引き起こし、社会に与える影響が多くなっている状況である。その対策が急務となっているが、地中には様々なライフライン施設が張り巡らされており、その様な状況下での開削工事は年々困難になってきており、非開削での対応が重要視されてきている。LC工法は、非開削で交通への影響を最小限に抑え、迅速に補修ができる修繕工法として2005年に現在の(公財)日本下水道新技術機構の建設技術審査証明を取得した工法である。LC工法は可視光線を使用した技術であり、1箇所当たりの硬化時間が25分という短時間で確実に施工ができる。さらに可視光線硬化のため、外気温の影響を受けることがなく、季節を問わず一定時間での施工が可能な工法である。先に述べた建設技術審査証明も継続的に更新しており、今年3月には、本管管種に塩ビ管を加え、補修材の使用期限延長を図り、新たに審査証明を取得することによって幅広い対応ができるよう尽力してきた。本稿ではLC工法の施工概要を紹介する。

## 2. LC工法の概要

LC工法は、高強力合成繊維と普通合成繊維を積層した補修基材に可視光線硬化性不飽和ポリエステル樹脂を含浸させた補修材を補修装置に巻き付け、下水道管きょ内補修箇所の管内壁に密着硬化させて、本管および本管と取付管接合部を一体化させ部分補修する技術である。

工場で補修材を製作し、それを現場で補修装置に巻き付け、下水道管きょ内の補修箇所まで引き込み、空気圧で膨らませ、管内壁に加圧密着させる。その後、補修装置から補修材に可視光線を照射し、硬化させ、下水道管きょを管内部から部分補修する工法である。

補修後の構造図を図1に、適用範囲を表1に示す。

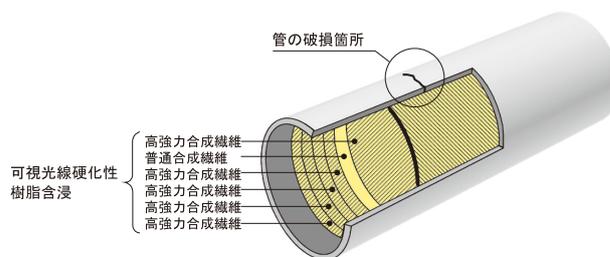


図1 補修後の構造図

表1 適用範囲

類別	本館	本管取付管一体型
管種	鉄筋コンクリート管 陶管 硬質塩化ビニル管	鉄筋コンクリート管 陶管 硬質塩化ビニル管 LC-LL補修管
管径	本管部	※呼び径150～750
	取付管部	呼び径200～400
標準補修幅	本管部	400mm
	取付管部	—
		※本管接合部から100mm～最大150mm

※詳細は建設技術審査証明(下水道技術)報告書を参照

### 3. 施工工程

LC工法の標準施工工程は、事前準備工程、施工前処理工程、本施工工程、施工後処理工程の4つの工程からなっている。それぞれの詳細を図2に示す。

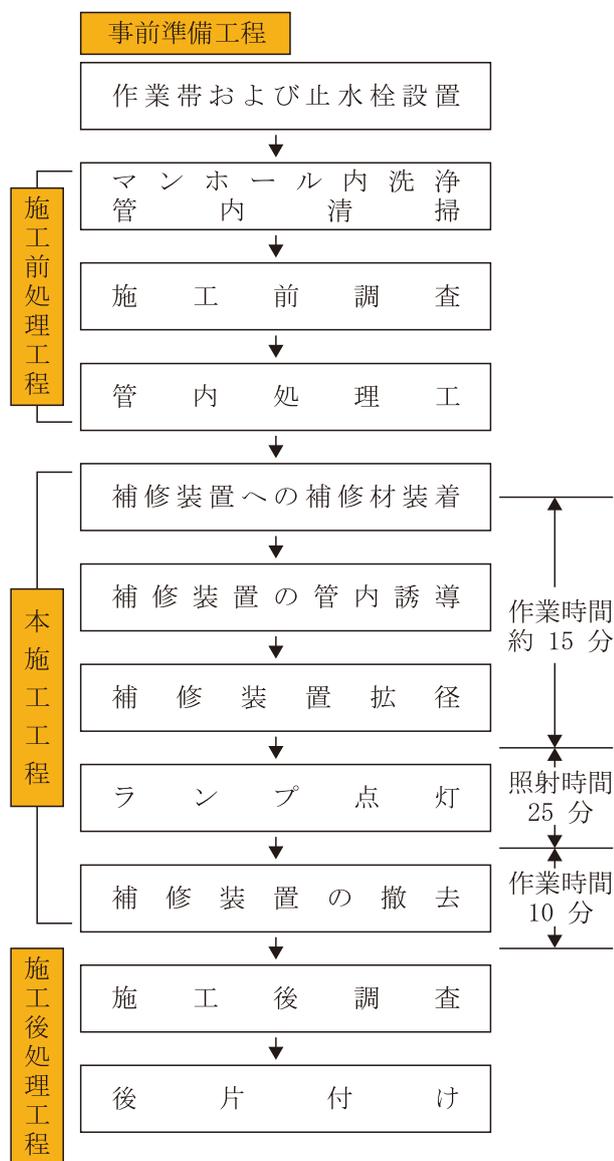


図2 標準施工工程

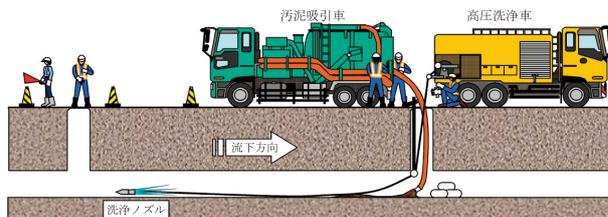
図2の右側に記載している作業時間はおおよそのものではあるが、補修装置への補修材装着から補修装置の撤去まで約50分で終わることができる。

### 4. 施工方法

施工方法の説明は、図2の工程に沿って図や写真を交えて説明する。但し、事前準備工程に関しては、現場状況により個々で変化するためここでは省略する。

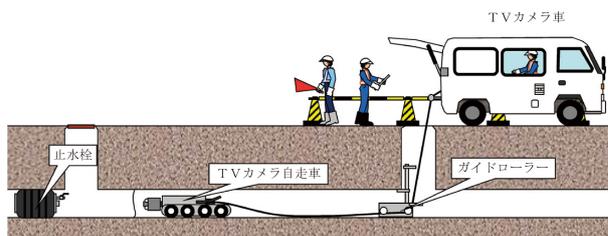
#### マンホール内洗浄、管内洗浄

- 1) 高圧洗浄車等により管きょ内を洗浄する。



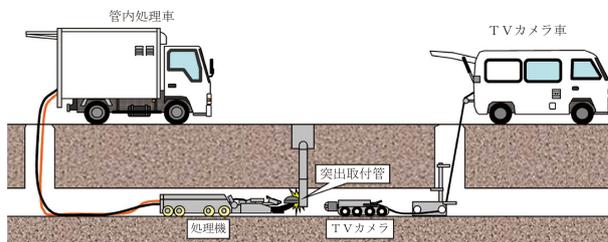
#### 施工前調査

- 1) TVカメラにより管きょ内調査を行う。



#### 管内処理工

- 1) 施工前調査で管の突出等の異常が確認された場合は、除去作業を行う。
- 2) 補修箇所管壁のぬめりや油脂分を洗浄により除去する。



#### 補修装置へ補修材装着

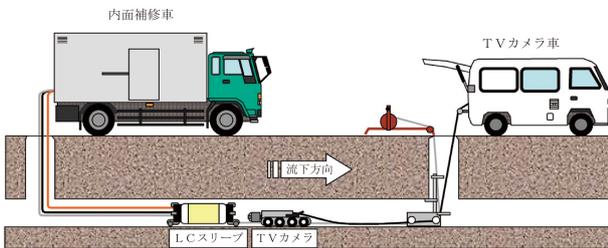
- 1) 補修装置に剥離フィルムを巻き付ける。
- 2) 1)の上から補修材を巻き付ける。
- 3) 補修装置全体を遮光シートで覆う。



写真1 補修材装着状況

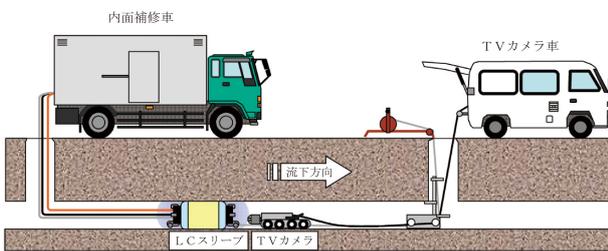
• 補修装置の管内誘導

- 1) 遮光シートをマンホール内で外す。
- 2) 補修装置を本管管口から挿入する。
- 3) TVカメラで確認しながらウインチ等で補修箇所へ補修装置を誘導する。



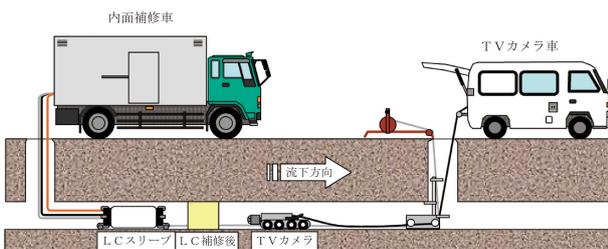
• 補修装置拡張、ランプ点灯

- 1) TVカメラで確認しながら補修装置へ規定圧力に達するまで圧縮空気を送気する。
- 2) 補修材を管壁に圧着させる。
- 3) 操作盤のタイマーを25分に設定する。
- 4) 補修装置内蔵ランプを点灯させる。



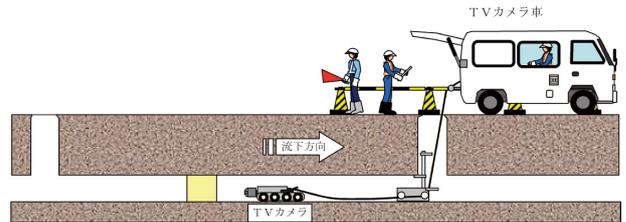
• 補修装置の撤去

- 1) 設定時間が経過すれば硬化完了とする。
- 2) 補修装置内蔵ランプを消灯させる。
- 3) 圧縮空気を排気する。
- 4) TVカメラで補修装置の縮径を確認した後補修装置を撤去する。



• 施工後調査

- 1) TVカメラにより管きょ内調査を行う。



ここで説明した施工方法は本管型のものであり、本管と取付管接合部を一体化させる『本管取付管一体型』は柵側から取付管カメラを使用し調査・確認を行う必要がある。

5. 施工事例

5-1 破損部の補修

管壁が剥がれ土砂が露出しており、その破損部からの土砂の流入を防ぐための修繕



写真2 破損部の補修 施工前（直視）

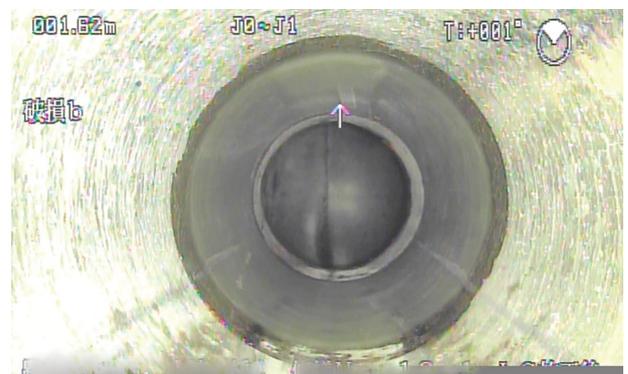


写真3 破損部の補修 施工後（直視）

## 5-2 副管（外副管） 接合部の補修

副管の落ち口に穴が開いており、下水が管外へ浸出しているためそれを防ぐための修繕

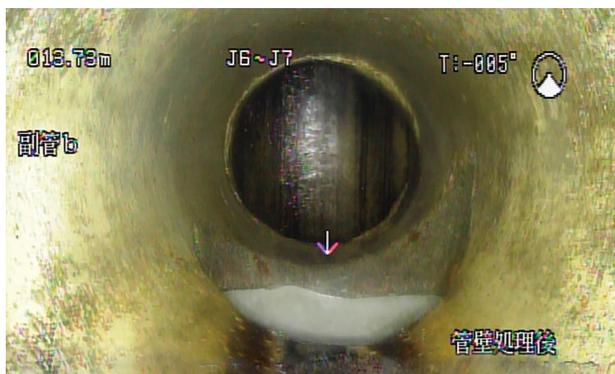


写真4 副管接合部の補修 施工前（直視）

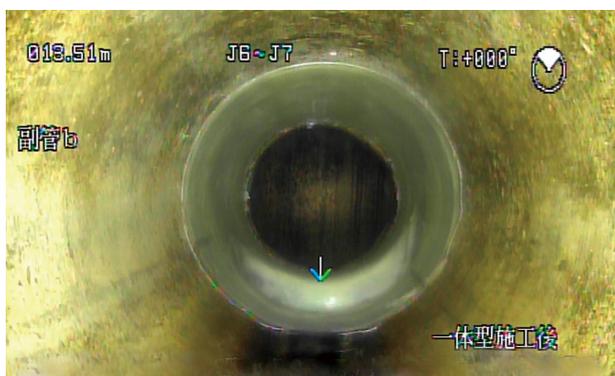


写真5 副管接合部の補修 施工後（直視）



写真6 副管接合部の補修 施工前（側視）

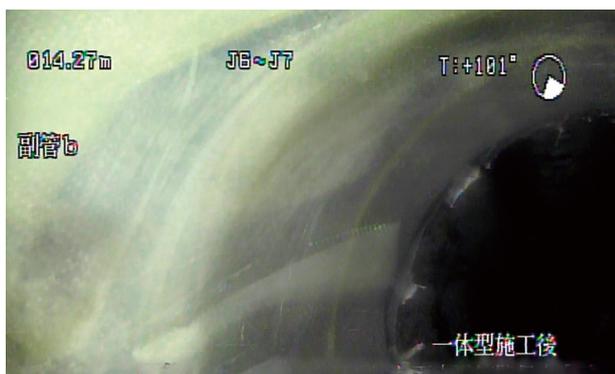


写真7 副管接合部の補修 施工後（側視）

## 5-3 取付管口閉塞

使用しなくなった取付管より土砂の流入を防ぐため本管側管口を閉塞



写真8 取付管口閉塞 施工前（直視）

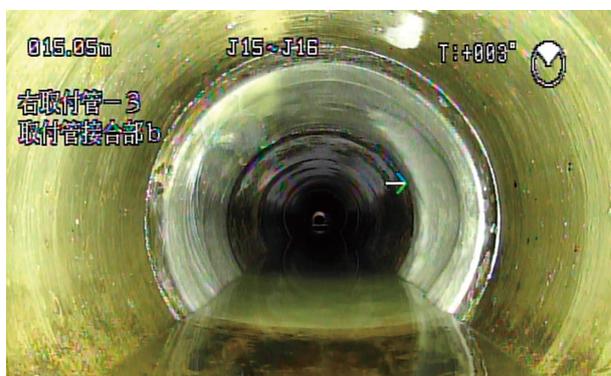


写真9 取付管口閉塞 施工後（直視）

## 6. おわりに

LC工法は、冬の最高気温が0度以下という極端な寒冷地である北海道内の施工業者のために考えられた工法であるが、活動拠点である北海道内において工法立ち上げから17年間で16,000枚を施工してきた。

今は修繕工法という一時的な延命補修としての役割を担っているが、今後は自立管設計に対応できる補強材の開発など、あらゆる場面にもちいられる工法として改良、開発を続けていく所存である。

問合せ先

日本インシチュフォーム協会 北海道支部

LC工法

北海道札幌市西区発寒17条14丁目3番35号

TEL 011-662-5677 FAX 011-662-5685

# 常温硬化で止水する EPR工法による施工事例



熊谷 貴好  
EPR工法協会  
技術委員長

## 1. はじめに

1960年代から整備された日本の下水道施設も供用開始から60年経ち、老朽化に対する対策は喫緊の課題となっている。

EPR工法は腐食、クラック、破損、目地不良等により機能低下した管きょを非開削で内面より補修することにより管きょの延命を図る技術である。本稿では年間約7000件の施工実績のなかでEPS型及びエアーモールド型の施工事例を紹介する。

## 2. EPR工法の概要

EPR工法は常温硬化性樹脂を含浸したライニング材を専用補修装置に巻付け、補修装置にエアーを充てんすることにより空気圧で既設管きょ内面に圧着、硬化させ損傷箇所を部分的に補修する工法であり、以下のような特徴を持つ。

- 下水道管きょ供用中の施工が可能である。
- 本管と取付管接合部の一体施工が可能である。
- 常温硬化性樹脂を使用するため温度管理が不要である。また使用するエポキシ樹脂は硬化時の収縮が小さいため止水性が高い。
- 強度の高い材料を使用するため薄いライニング材で十分な強度を確保できる。
- 補修機材がコンパクトであり、騒音、交通への影響等を最小限に抑える事ができる。
- スチレン等悪臭の原因となる溶剤を含まない樹脂を使用するため、臭気問題が発生しない。

## 3. EPR工法適用範囲

適用範囲は以下のとおりである。

### 【管種】

鉄筋コンクリート管、陶管、硬質塩化ビニル管、銅管、鋳鉄管

### 【管径】(単位：mm)

本管 呼び径 100～2000

取付管 呼び径 100～200

接合部 呼び径 本管 150～600

取付管 100～200

### 【施工延長】

本管

呼び径 100～400 0.3m～3.0m

呼び径 450～600 0.3m～1.0m

呼び径 700～800 0.5m

呼び径 900～2000 0.6m



参考 EPR工法ライニング材

取付管

10.0m以下

【接合部】

本管幅 0.4m

取付管 高さ 0.1m～0.2m

#### 4. 施工事例－1

場所：神奈川県

管種：塩ビ管

管径：φ300

状況：Aクラス浸入水 石灰付着C

水深約10cm

補修幅40cm EPS型による施工

TVカメラによりジョイントのずれ、クラック、石灰等の付着状況、浸入水の有無、強さを確認後高圧洗浄を行う。

本現場では想定より浸入水が多く、また石灰の付着が事前の管内調査時より増加していたが、現場での計測およびテレビカメラでの確認により施工可能と判断した。(写真1)

本施工場所は国道沿いの暗渠（一部開渠）に隣接しており天候等の条件により浸入水の量、強さが日によって違う。EPS型による施工はある程度の浸入水であれば事前の止水処理をせずに施工ができる。(写真2、3)

※EPR工法は、本管については補修工法としての位置づけがされており、通常は部分的な止水（基本40cm幅）を目的としている。

しかし近年、全面管更生の前処理として、一時的な止水を目的とした施工も多く実施されている。



写真1 施工前状況



写真2 高圧洗浄による支障物除去



写真2-2 浸入水拡大



参考 EPF型機材



写真3 ライニング材への含浸作業

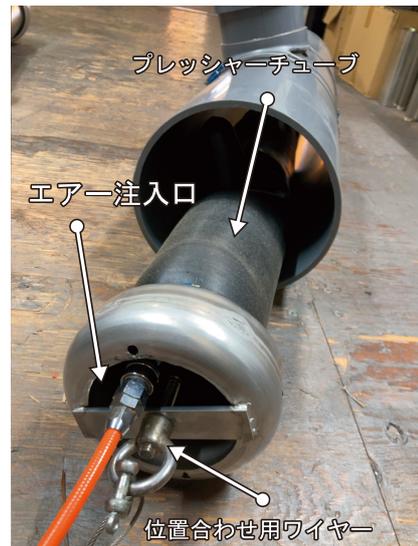
止水箇所にはホイルチューブを合わせ、機材にエアーを徐々に充填する。(写真4)

エアーの圧力は管径φ100～600で0.06MPa以上、φ700～800で0.04MPaとなる。

EPR工法は常温硬化のため、実作業では複数個所に機材を設置することで硬化待ち時間に他の箇所を同時に施工することができる。



写真4 機材設置



参考 機材挿管イメージ

※EPR工法では大掛かりな装置を必要としないことも有意な点である。



写真5 施工後

硬化サンプルでの硬化確認後、ホイルチューブを撤去する。施工後はTVカメラにより補修状況を確認し記録する。硬化時間は気温等によって変化するが概ね2～4時間程度となる。(写真5)

工事車両、施工機材および保安用具等を撤去、清掃、原状復帰をして作業終了とした。

補修状況を確認した結果、浸入水は認められず、「浸入水を止める」という本工事の主目的を達成することができた。



本事例の詳細な情報は協会HPにて公開中です

EPR工法協会

〒130-0003 東京都墨田区横川3-11-15

TEL 03-3626-7298 FAX 03-3623-7377

Email. support@epr-koho.com

## 5. 施工事例－2

場所：千葉県

管種：ヒューム管

管径：φ1100

状況：Cクラス浸入水 石灰付着C

水深約10cm

補修幅60cm エアモールド型による施工

900mmを超える管径の補修はエアモールド型で施工する。エアモールド型はφ900～φ2000mmまで対応している。

管内で機材を組み立て、含浸したライニング材を補修箇所まで引込み設置する。(写真6～8)

本現場では浸入水は少なく事前の止水工を行わず施工したが、浸入水が多い場合にはモルタルで埋める等、事前に止水工が必要となる場合がある。(本パンでは2か所を止水)



参考 仮締め切り版による一時的な止水

## 6. おわりに

EPR工法は工法確立から30年を数え、施工実績は累計で約30万件となります。

布設替えに伴う大規模な開削工事や残土処理などによる環境負荷も懸念される近年、負荷の低減の実現や、より安価な補修工法としての工夫、発展をすすめ、下水道事業に貢献する所存です。



参考 エアモールド機材



写真6 施工前状況



写真7 機材設置状況



写真8 施工後

# 本管部分補修 パートライナー工法

## 支管部一体補修 パートライナーS工法



山口 泰仁  
アクアインテック株式会社  
生産技術本部  
管路システム部

### 1. はじめに

オールライナー協会ではあらゆる管きよの改築・修繕に対応すべく様々な工法を用意している。本管全面更生工法（自立管対応）ではガラス繊維の補強により高強度化したオールライナーZ工法と、さらなる高強度化で薄肉を実現したオールライナーHM工法がある。しかし、管きよの一部のみの破損、継手部からの浸入水の流入や直近で布設替えの計画があるというような、全面更生には及ばない現場状況が存在する。そのような現場には、管きよの部分的な補修を行うパートライナー工法と、本管と取付管の接続部を補修するパートライナーS工法が有効である。

### 2. 工法の概要

パートライナー工法は、損傷した下水道管きよ内面にFRPライニングを形成する非開削の修繕工法で

ある。ガラス繊維マットに硬化性樹脂（エポキシ系樹脂）を含浸し、補修機に巻き付ける。次に補修機を人孔から損傷箇所へ引き込み、空気圧によりガラス繊維マットを管きよ内面に圧着する。その後、補修機内蔵のヒーターの温度を調整し補修材を加熱（加熱硬化）、または補修機の圧力を保持したまま硬化（常温硬化）させることによりFRPを形成する（図1）。

パートライナーS工法は、パートライナー工法を基に開発し、ガラス繊維マットを取付管口用に加工したものに硬化性樹脂（エポキシ系樹脂）を含浸させ、パートライナーS専用補修機を使い、取付管口にFRPを形成する修繕工法である（図2）。

#### 2-1. 適用範囲

パートライナー・パートライナーS工法の適用範囲を表1に示す。

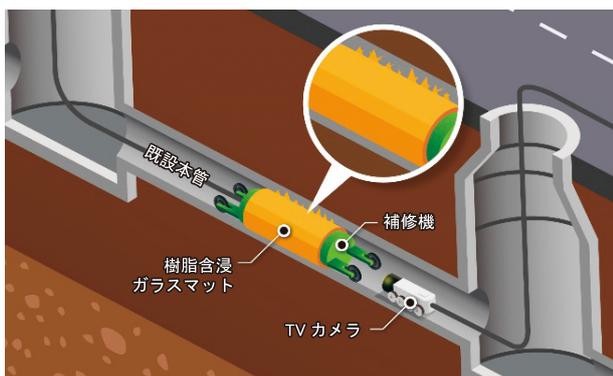


図1 パートライナー施工概略

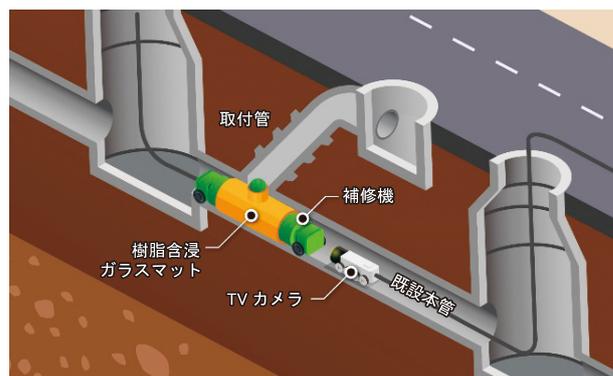


図2 パートライナーS施工概略

表1 パートライナー・パートライナーS工法の適用範囲

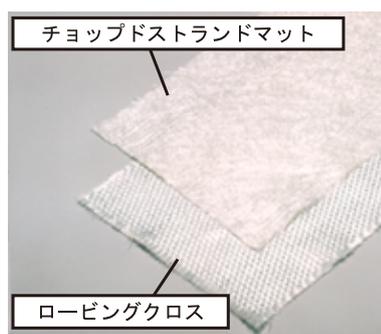
項目	適用範囲	
	パートライナー工法	パートライナーS工法
管径	呼び径 $\phi$ 200～700	本管部 $\phi$ 200～700 取付管部 $\phi$ 125～200
管種	鉄筋コンクリート管、陶管、硬質塩化ビニル管	
補修長	$\phi$ 200～450：300mm、400mm、1000mm $\phi$ 500～700：300mm、400mm	本管部 350mm 取付管部 70mm～120mm
施工条件	8°以下の屈曲角 30mm以下の段差 管内径50%以下の滞留水	取付管方向20mm以下の隙間
浸入水	水圧0.07MPa、流量12ℓ/min以下	水圧0.05MPa、流量2ℓ/min以下

## 2-2. 使用材料及び機材

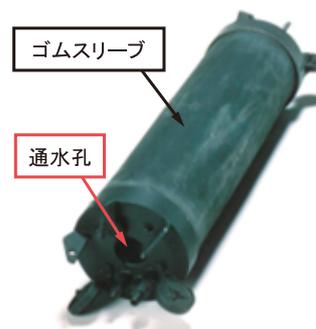
パートライナー・パートライナーS工法に使用する材料は、ガラス繊維マットおよび硬化性樹脂の2

種類である。

硬化性樹脂をガラス繊維マットに含浸し、硬化したものがパートライナーとなる。



ガラス繊維マット



パートライナー



パートライナーS

写真1 使用材料および機材

以下に使用材料の形状および機材の特徴について示す。

#### ①ガラス繊維マット

ガラス繊維マット1層当たりの厚みは1.5mmであり、互いに直交するガラス繊維マットを編み込んだ層（ロービングクロス）と、短繊維状に裁断したガラス繊維（チョップドストランドマット）の層から成る。

#### ②硬化性樹脂

硬化性樹脂には、主剤、硬化剤および添加剤からなるエポキシ系樹脂を使用する。作業環境温度に応じて『夏用樹脂』、『冬用樹脂』の2種類がある。補修機の仕様により、樹脂は加熱硬化と常温硬化が可能である。

#### ③補修機

パートライナー工法用補修機は、加熱硬化用と常温硬化用の2種類がある。二重構造の金属筒外側にゴムスリーブをかぶせて両端を固定した構造で、金属筒を貫通した通水孔により下水を流下させながらの施工が可能である。

パートライナーS工法用補修機は、基本的にはパートライナーと同じ構造である。ゴムスリーブ中央には取付管ブレダーがあり、ターニングユニットによりブレダーの中心と取付管の中心の位置合わせを行う。

#### 2-3. 物性

パートライナー・パートライナーSの物性を表2に示す。

### 3. 施工事例紹介

#### 3-1. パートライナーS工法

##### 【現場条件】

本管：HP φ 200、取付管：VP φ 150、現場（損傷）状況：円周クラック

本管に円周クラックが生じ、地下水が染み出していた。また、取付管の接続部にも隙間が生じ若干の浸入水が認められた。

パートライナーSの施工により、本管のクラック及び取付管の接続部からの浸入水を止水した事例である。（写真2、写真3参照）

#### 3-2. パートライナー工法（特殊事例）

##### 【現場条件】

既設管：HP φ 250、現場（損傷）状況：12ℓ/minを超える浸入水の吹き出し

既設管の継手部から適用範囲を大きく上回る浸入水が流入していた（写真4）。通常の施工管理では補修機の押圧が浸入水の流入圧力に負ける恐れがあったため、押圧を通常より高めに設定した。且つ、養生時間も通常より長く設定し、既設管への確実な圧着と樹脂の硬化を成した（写真5）。

このように施工を工夫することにより、適用範囲を超える浸入水であってもパートライナーによる止水が実現できた。

表2 パートライナー・パートライナーSの物性

項目	性能
短期曲げ強さ	200 MPa
短期曲げ弾性率	13,000 MPa
長期曲げ弾性率	6,800 MPa
引張性能	JSWAS K-1 硬質塩化ビニル管と同等以上
耐薬品性	JSWAS K-16 <sub>2004</sub> 浸漬後曲げ試験
耐摩耗性	硬質塩化ビニル管（新管）と同等程度



写真2 パートライナーS-施工前



写真3 パートライナーS-施工後

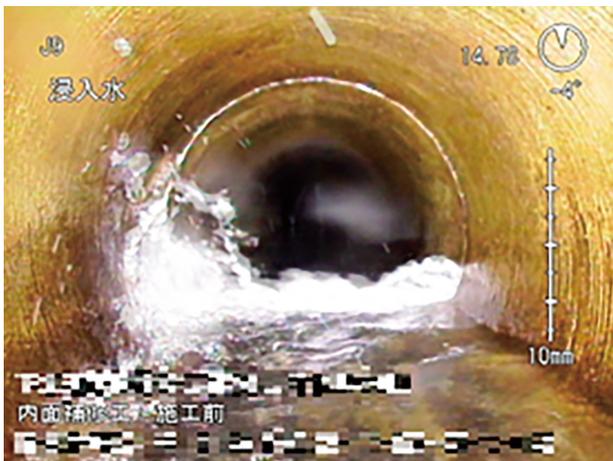


写真4 パートライナー-施工前

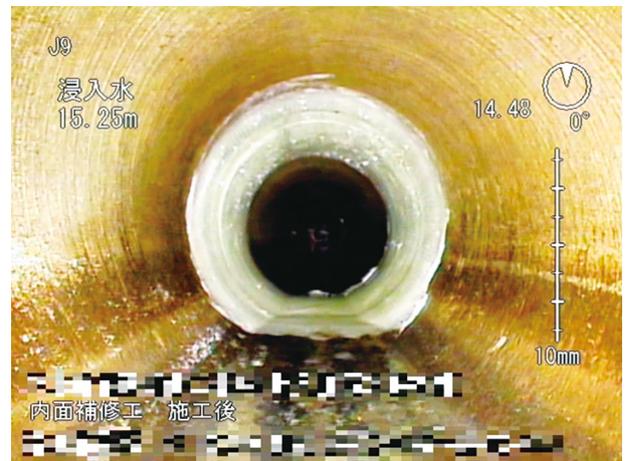


写真5 パートライナー-施工後

#### 4. おわりに

パートライナー・パートライナーS工法は止水に優れた部分補修工法である。材料を現場含浸するため現場に合わせた工夫が可能で、適用範囲を超えた現場条件でも柔軟な対応が可能である。

当協会では、既設管の役割や埋設状況によらずあらゆる現場に対応すべく、目的別に複数の管きょ更生工法を保有している。「地球にやさしく」「早く」「誰でも」「確実に」を合言葉に、今後も既存技術への付加価値の創出や新技術の開発に邁進する所存である。

#### 問合せ先

オールライナー協会

〒439-0022

静岡県菊川市東横地3311-1

アクアインテック株式会社社内

TEL 0537-29-7613 FAX 0537-29-7614

<https://all-liner.jp/>