

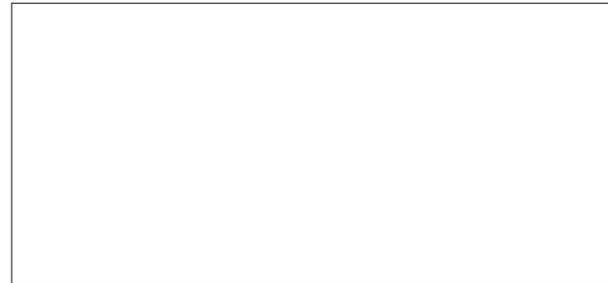
LCR 光硬化工法協会
FRP技術委員会
〒160-0004 東京都新宿区四谷2-10-3 TMSビル
TEL.03-3355-1525 FAX.03-3355-5786
URL: <http://www.frp-method.jp/>



LIGDROP 株式会社リグドロップ
〒160-0004 東京都新宿区四谷2-10-3 TMSビル
TEL.03-3355-1545 FAX.03-3355-5311
URL: <https://ligdrop.com>



エスジーシー下水道センター株式会社
本社
〒160-0008 東京都新宿区四谷三栄町12-2 大久保ビル2F
TEL.03-3355-3951 FAX.03-3355-3796
URL: <http://www.wink-sgc.co.jp>
滋賀工場
〒528-0052 滋賀県甲賀市水口町宇川11426-5
TEL.0748-63-1216 FAX.0748-63-1314



FRP内面補強工法

FRP内面補強工法(熱硬化)
(標準型・一体型・ます更生)

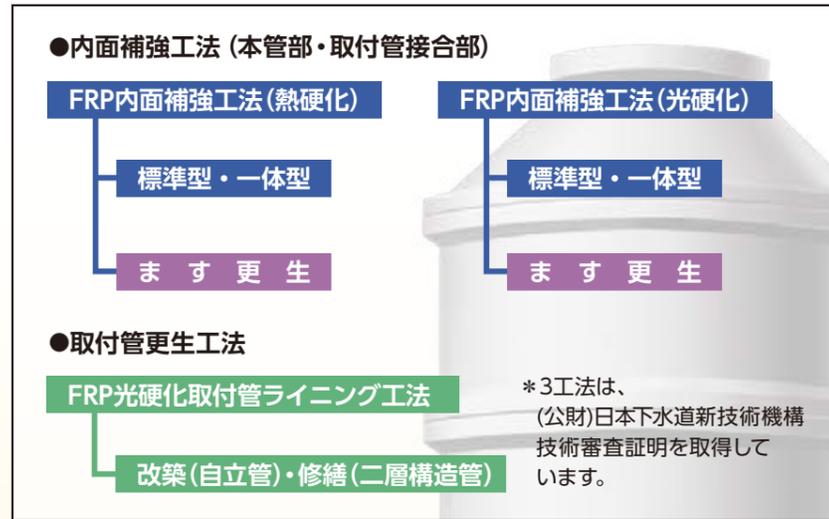
FRP内面補強工法(光硬化)
(標準型・一体型・ます更生)

FRP光硬化取付管ライニング工法
(修繕、改築)

光硬化工法協会

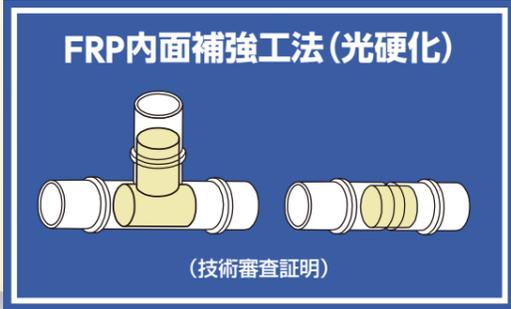
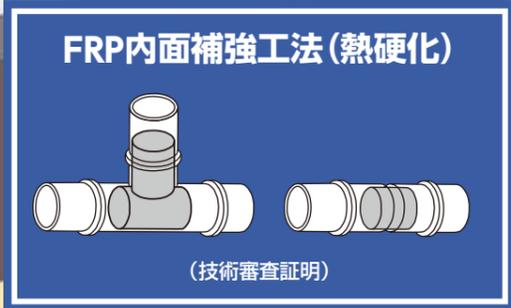
FRP内面補強工法は、下水道管路のあらゆる不良箇所を安全、安心、確実に修繕・改築し、損傷した管きよの延命化、長寿命化に貢献する内面補強工法です。

■FRP内面補強工法の概要



マンホール更生
パーティライナー工法

本管更生
アルファライナーH工法
アルファライナー工法
シームレスシステム工法



不使用取付管の
充填閉塞工

ます更生
(熱硬化、光硬化)
(技術審査証明)

FRP

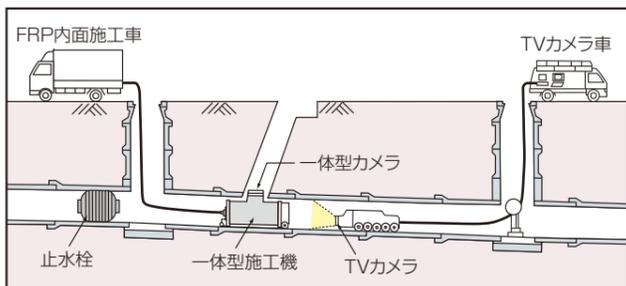
内面補強工法(熱硬化)(光硬化)

(公財)日本下水道新技術機構 技術審査取得

本工法は、補強繊維(BF・BMマット等)にビニルエステル樹脂を含浸(現場または工場)した補修材を施工機に装着し、TVカメラで補修箇所を設置後、空気圧により施工機(スリーブ)を拡張し補修材を既設管に圧着した状態で硬化(熱硬化・光硬化)させ強固なFRP管を形成する内面補強工法です。

特長

- 1) 修繕する目的により、補修材を選択することができる。
標準Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・更生管対応型(一体型のみ)
- 2) ビニルエステル樹脂・耐酸ガラス繊維の使用により優れた耐食性を有する。
耐薬品性・耐ストレーンコロージョン性を有する。
(JSWAS K-2、JIS K 7034)
- 3) 補修材は、日本下水道事業団の防食シートライニングD種の品質規格適合材です。
- 4) 管きよの損傷、不良不適箇所の止水・補強対策ができ、高強度で耐久性に優れた補修材です。
- 5) 外水圧、内水圧に耐える強度を有する。(φ150~φ1500)
外水圧0.08MPa、内水圧0.05MPaの耐水圧。(熱硬化)
外水圧0.10MPa、内水圧0.05MPaの耐水圧。(光硬化)
- 6) 耐高圧洗浄性は15MPaで剥離・破損が見られない。
- 7) 耐摩耗性能はJIS A 1452に準拠し、JSWAS K-1「下水道用硬質塩化ビニル管」と同等以上の耐摩耗性を有する。
- 8) 管きよの流下能力を損なわない。
補修材の粗度係数は、下水道用塩ビ管と同等のため既設管流下能力を保持する。
- 9) 施工性に優れ経済的です。
施工装置はコンパクトで、1箇所あたりの施工時間が短く経済的です。



基本仕様(標準型)(熱硬化・光硬化共通)

1) 適用管種

陶管、鉄筋コンクリート管、塩ビ管(VU・VP)、FRP管等

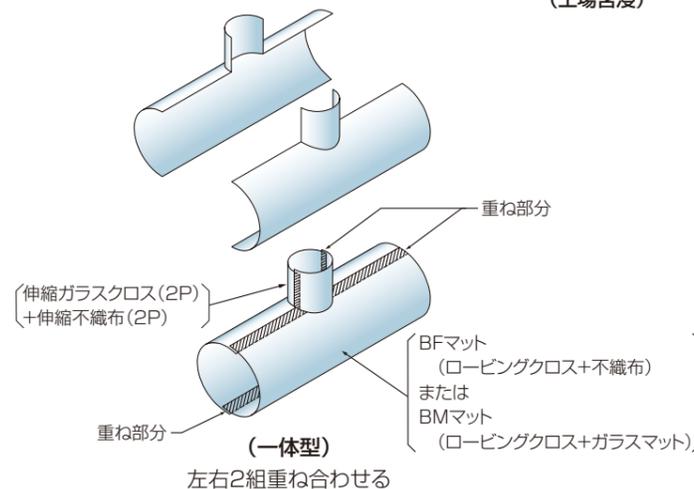
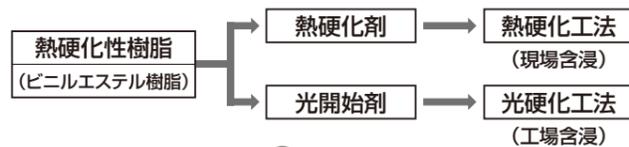
2) 施工適用管径

本管部

- 呼び径 φ150~φ700
補修幅 標準40cm(30・50cm)(熱硬化・光硬化)
- 呼び径 φ150~φ400
補修幅(ロング) 100cm(熱硬化)
φ200~φ300
補修幅(ロング) 100cm(光硬化)
- 呼び径 φ750~φ1500
補修幅 標準 40・60cm(熱硬化)

取付管接合部

- 呼び径 φ150~φ700(本管部・熱硬化)
φ200~φ700(本管部・光硬化)
補修幅 40cm(本管部)(熱硬化・光硬化)
補修高さ 12cm 標準(取付管部)
(取付管径 呼び径 φ100~φ200)



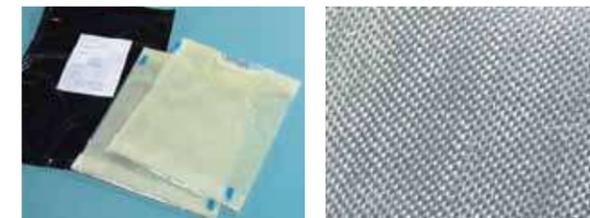
3) 補修材の種類

本管部

標準Ⅰ(補強、止水) ロービングクロス、不織布(BFマット)
(仕上がり厚さ 2.5~3.0mm)

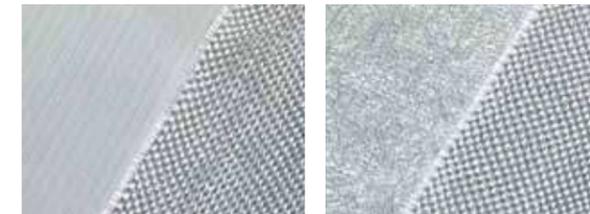
標準Ⅱ(補強、止水 二層構造管仕様) ロービングクロス、ガラスマット(BMマット)

標準Ⅲ(自立管相当) ロービングクロス、ガラスマット(BMマット)



ソフトスリーブ(光硬化)

補強耐酸ガラス繊維(ロービングクロス)



BFマット

BMマット

取付管接合部

標準Ⅰ(補強、止水) ロービングクロス、不織布(BFマット)
(取付管部 伸縮性ガラスクロス、不織布)

標準Ⅱ(補強、止水 二層構造管仕様) ロービングクロス、ガラスマット(BMマット)

更生管対応型 ロービングクロス、ガラスマット(BMマット)
(仕上がり厚さ 2.5~3.0mm)



一体型(BF・BMマット、縫製加工)

4) 既設管の適用範囲

1) 熱硬化工法

破損	●本管補修 φ700以下 標準幅…20cm以内の欠落まで可 φ750以上 標準幅…40cm以内可 ●一体型補修 取付管部高さ 10cm以内の欠落まで可 本管部分 20cm以内の欠落まで可
クラック	全円周、管断面が維持されていれば可
目地すれ(段差、ひらき)	100mm程度(ひらき) 施工機が通過できる範囲 段差50mm程度 取付管接合部 ひらき30mm程度
たるみ、蛇行	管径の1/3D 以内
管路の曲線	約15° 以内
堆積物(モルタル付着等)	事前処理必要
浸入水	流れ落ち程度 目安: 水量 2ℓ/minかつ水圧 0.05MPa以内 ふきだし状態のときは、事前止水工が必要
取付管突き出し	10mm程度
管腐食	鉄筋露出(施工機スリーブがパンクしない程度)
光ファイバケーブル	管理者・監督員と協議

2) 光硬化工法

破損	●本管補修 φ700以下 標準幅…20cm以内の欠落まで可 ●一体型補修 取付管部高さ 10cm以内の欠落まで可 本管部分 20cm以内の欠落まで可
クラック	全円周、管断面が維持されていれば可
目地すれ(段差、ひらき)	100mm程度(ひらき) 施工機が通過できる範囲 段差50mm程度 取付管接合部 ひらき30mm程度
たるみ、蛇行	管径の1/8D 以内
管路の曲線	約10° 以内
堆積物(モルタル付着等)	事前処理必要
浸入水	流れ落ち程度 目安: 水量 2ℓ/minかつ水圧 0.05MPa以内 ふきだし状態のときは、事前止水工が必要
取付管突き出し	10mm程度
管腐食	鉄筋露出(施工機スリーブがパンクしない程度)
光ファイバケーブル	管理者・監督員と協議

FRP

内面補強工法(熱硬化)(光硬化)

5) 補修材の基本物性値 (熱硬化・光硬化共通)

1) 短期保証値

	曲げ強さ		曲げ弾性率		摘要
	保証値	試験値 熱・光硬化平均	保証値	試験値 熱・光硬化平均	
標準 I	88.3	267	5,900	14,150	JIS K 7171 (1994)
標準 II	125	386	8,000	15,900	
標準 III					

試験結果：2022年4月1日 (一財)高分子試験・評価センター 試験結果



曲げ試験-熱硬化・光硬化(JIS K 7171 1994) 状況

2) 長期設計保証値(申告値)

	長期曲げ強さ*			長期曲げ弾性率*	
	保証値	試験値		保証値	試験値
		熱・光共通	熱硬化		
標準 I	-	-	-	-	-
標準 II	60	80.6	68.4	4,000	保持率 54.8%より
標準 III	*(45)	80.6	68.4	*(5,900)	弾性率最小値より

*長期曲げ強さ：JIS K 7039 平成22年10月5日(光硬化)
平成24年8月6日(熱硬化)

*長期曲げ弾性率：JIS K 7035 平成21年9月30日(光硬化)
平成24年8月6日(熱硬化)
(一財)高分子試験・評価センター 試験結果より

* () 管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン(案)より
申告値(設計値):長期試験値より(最小値)÷1.5より



曲げ試験-φ250(JIS K 7039) 状況

曲げ試験-φ250(JIS K 7035) 状況

3) その他の物性値(短期保証値)

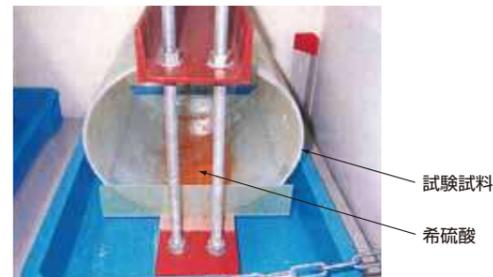
物性	強さ	弾性率
引張	60.0	5,900
圧縮	40.0	3,000

4) 耐ストレインコーロージョン性の確認

JIS K 7034(10,000時間)試験結果から求める50年後のひずみの外挿値が、JSWAS K-2に示される考え方に準拠したひずみ値を下回らないことを確認した。(標準II)

	50年後のひずみ外挿値(%)	
	熱硬化	光硬化
JSWAS K-2	0.481	0.412
試験結果	0.610	0.420

試験結果：平成22年10月5日(光硬化) (一財)高分子試験・評価センター 試験結果より
試験結果：平成24年8月6日(熱硬化)



耐薬品性試験(JIS K 7034) 状況

5) 耐薬品性の確認

補修材(熱・光 II・III)の耐薬品性は、JSWAS K-2「下水道用強化プラスチック複合管」の薬品浸せき試験の規格値以内であることを確認した。

試験液の種類	質量変化率 (熱硬化)	質量変化率 (光硬化)	JSWAS K-2 規格値(%)
	(%)	(%)	
水(蒸留水)	+0.04	+0.09	±0.30
塩化ナトリウム水溶液(10%)	+0.03	+0.08	
硫酸(30%)	+0.02	+0.04	
硝酸(40%)	+0.19	+0.16	
水酸化ナトリウム水溶液(40%)	-0.03	-0.03	

試験結果：2022年4月1日 (一財)高分子試験・評価センター 試験報告書より



耐薬品性試験-熱硬化(JSWAS K-2) 状況

6) 施工 (熱硬化・光硬化共通)

FRP内面補修材(熱硬化・光硬化共通)は、高強度・耐薬品性(耐酸、耐アルカリ)に優れ、耐久性50年を想定したFRP内面補修材です。(BMマツ)

1) 本管部 部分



熱硬化



光硬化



熱硬化(大口徑)

2) 取付管接合部 一体型



熱硬化



光硬化



光硬化

3) 損傷(クラック、破損等)した管きよの補強対策

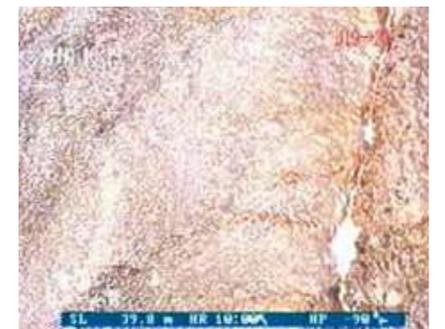
追跡調査の切り取り調査から、クラック、破損部の損傷部にFRP樹脂が圧入され、クラックの伸延を防止し損傷管きよの強度を回復させます。



熱硬化



光硬化



光硬化

FRP

まず更生(修繕・改築)工(熱硬化)(光硬化)

(公財)日本下水道新技術機構 技術審査取得

本工法はFRP標準材料(BF、BMマット)の使用により、汚水まずを内面被覆により修繕・改築し、高強度で耐久性に優れたFRPまずに更生する工法です。

特長

- 1) 更生材は、FRP内面補強工法で(公財)日本下水道新技術機構で技術審査証明を取得している材料(BF/BM)で、耐食性・耐久性に優れた高強度更生材です。
- 2) 更生材は、インバート部・取付管管口部・側塊部が一度の施工で一体化するため、浸入水・木根の侵入が確実に防止できます。
- 3) 更生材は、日本下水道事業団の防食シートライニングD種の品質規格適合材です。
- 4) 自由なインバート形状に対応できる更生材・施工方法です。
- 5) 更生する目的に対応し、改築・修繕することができます。
- 6) 施工装置がコンパクトで施工でき、開削工事による騒音・振動・交通支障等が防止できます。
- 7) 既設まずにBM材使用で内面被覆されたまずは、新品まずの強度以上が確保できます。



φ350 施工機(熱)



φ350 施工機(光)



施工状況(小型まず)



インバート出来形(小型まず)



東京都下水道局
(中部下水道事務所管内)
φ500 施工機(熱)



現場状況



施工状況



インバート出来形

基本仕様

1) 適用まず内径

- イ、熱硬化 内径 φ350、400、450、500
- ロ、光硬化 内径 φ350

2) 更生材料(側塊・インバート・取付管口・縁塊部一体型)

- イ、使用樹脂 ビニルエステル樹脂
- ロ、補強繊維材

●修繕(補修)目的

BFマット(ローピングクロス、不織布、伸縮性ガラスクロス、伸縮性不織布)

●改築(更新)目的

BMマット(ローピングクロス、ガラスマット、伸縮性ガラスクロス、伸縮性不織布)

3) 更生高さ

- イ、更生高さ 標準 40cm
(インバート、取付管口、側塊部 一体型)

4) 適用

- 東京都下水道局以外の地域(熱硬化・光硬化工法)
修繕(補修)仕様 BFマット
- 東京都下水道局内(23区)(熱硬化工法)
自立型更生まず…丸まず(旧型) H=80cm・取付管φ150
FRP BMマット(50年 耐用)
- 東京都下水道局(中部下水道事務所 管内)(熱硬化工法)
簡易提供型共同研究 仕様
自立型共存まず…L型まず・丸まず H=80cm・取付管φ150
FRP BMマット(50年 耐用)

FRP

光硬化取付管ライニング工法

(公財)日本下水道新技術機構 技術審査取得

本工法は、耐酸性ガラス繊維編物に光硬化性樹脂を工場含浸したFRP取付管ライナーを施工装置の反転機に収納、既設まずより取付管内に反転(または押し込み)挿入しライナー内部を光照射装置(UVトレイン)の先端部TVカメラで異常の有無を確認後、UVランプを点灯して先端部より牽引し、ライナー全体を光硬化させ強固なFRP管を形成する工法です。平成27年3月更新の建設技術審査証明にてUV-LEDトレインでの硬化方法が認定されました。

特長

- 1) FRP取付管ライナーは、光(紫外線)照射による硬化工法のため、硬化が早く経済的で既設管きよ内で確実に硬化する。
- 2) FRP取付管ライナーは、耐食性に優れたビニルエステル樹脂、耐酸ガラス繊維を使用していて、耐薬品性能および長期耐ストレーンコロージョン性を有する。
- 3) 補強繊維編物は、既設取付管の曲がり部等に追従性の高い編み方でシワ等の発生が極めて少ない更生材です。
- 4) 光照射装置(UVトレイン)にTVカメラを装備していて、硬化前のライナーの異常の有無を確認できる。
- 5) UVトレインに温度センサーが装備されていて、硬化時の温度を自動計測して安全管理をすると共に、記録計により施工硬化管理記録を自動プリントして硬化管理ができる。
- 6) 施工装置がコンパクトで作業帯が小さく施工できる。



施工機材



光照射(UV-150Wトレイン)装置 4連式



光照射(UV-LEDトレイン)装置 4連式

基本仕様

1) 適用管種

陶管、鉄筋コンクリート管、塩ビ管(VU・VP)、FRP管、Z管、鋼管等

2) 施工適用管径

取付部

- 呼び径 φ100~φ200(φ250)

3) 既設管適用範囲

破損・クラック	全円周 管断面が維持されていれば可
曲り度	標準60度以内 (特殊UVトレインにより90°まで可能)
段差・隙間	段差40mm、隙間50mm以内可
木根・モルタル等	事前処理が必要
浸入水	0.05MPa、2ℓ/min以内で施工可 (仮アウターフィルムの使用) 吹き出し状態は、事前止水工が必要
取付まず	内径20cm以上のまず
光ファイバー・C	管理者と協議
取付管長さ	標準10m以下 (大型反転機使用でL=20m可)



施工状況(公共まず)

FRP

光硬化取付管ライニング工法

(公財)日本下水道新技術機構 技術審査取得

4) 更生材 (FRP取付管ライナー) の種類・使用材料

品名	補強繊維	樹脂	更生管適用
BBG	耐酸ガラス繊維	ビニルエステル樹脂	二層構造管 自立管
	(耐酸ガラス編物)	(光硬化)	

5) 更生材 (FRP取付管ライナー BBG) の厚さ (呼び厚み) mm

管径	自立管	二層構造管
呼び径	土かぶり 5.0以下	土かぶり 5.0以下
φ100	3.5	3.0
φ125	3.5	3.0
φ150	4.0	4.5
φ200	5.5	6.0
φ250	(7.0)	—

6) FRP取付管ライナーの基本物性値

イ) 短期保証値 (自立管) MPa

品名	曲げ強さ		曲げ弾性率		摘要
	保証値	試験値	保証値	試験値	
BBG	60.0	157	3,000	6,940	JIS K 7171

試験結果 2022年4月1日 (一財)高分子試験・評価センター試験結果
 ※東京都下水道局仕様は、別途。
 ※湾曲試験体の保証値は、平板試験体の80%になります。

ロ) 長期試験値および長期設計保証値 (申告値) 標準仕様 MPa

品名	曲げ強さ		曲げ弾性率		摘要
	試験値	申告値	試験値	申告値	
BBG	19.9	*12.6	3,229	*1,800	JIS K 7039 JIS K 7035

試験結果 平成22年10月4、5日 (一財)高分子試験・評価センター試験結果

* 管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン(案)より
 申告値:(曲げ強さ) 長期試験値より 19.0(工法規格値)÷1.5=12.6
 申告値:(曲げ弾性率) 長期試験値より 2,700(工法規格値)÷1.5=1,800

ハ) 東京都下水道局仕様 長期設計保証値 (申告値) MPa

品名	曲げ強さ		曲げ弾性率		摘要
	試験値	申告値	試験値	申告値	
BBG	39.93	12.0	1,940	1,850	JIS K 7116(水中破壊・クリープ試験より)

曲げ強さ:平成19年8月8日 (一財)高分子試験・評価センター JIS K 7116 水中曲げ破壊試験結果より
 曲げ弾性率:平成19年7月5日 (一財)高分子試験・評価センター JIS K 7116 水中クリープ試験結果より

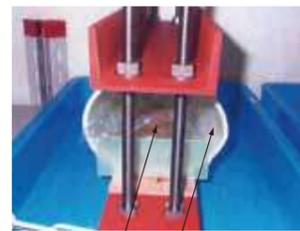
7) 取付管ライナーの扁平負荷下における長期耐薬品性能 (ストレインコロージョン)

JIS K 7034試験(10,000時間)により、JSWAS K-2(強プラ管)に準拠した長期ひずみ値を下回らないことを確認する。

	50年後のひずみ値
JSWAS K-2	0.392 %
FRP取付管ライナー 試験値	1.730 %

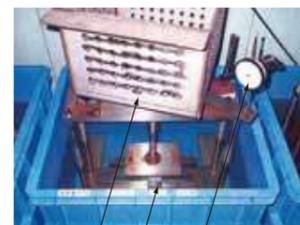
試験値 平成22年10月5日 (一財)高分子評価・試験センター 試験結果

耐薬品性能試験 (JIS K 7034) 状況



試験試料
希硫酸

長期曲げ強さ試験 (JIS K 7039) 状況

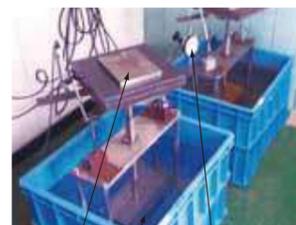


試験試料
ダイヤルゲージ
負荷重り

短期曲げ試験 (JIS K 7171) 状況



長期曲げ弾性率試験 (JIS K 7035) 状況



試験試料
ダイヤルゲージ
負荷重り

8) その他の基本物性値 (短期保証値) MPa

物性	強さ	弾性率
引張	18.0	2,500
圧縮	60.0	2,000

9) 各性能試験結果 (公財)日本下水道新技術機構 技術審査取得

イ) ① 耐薬品性試験 (JSWAS K-2)

FRP取付管ライナーは、JSWAS K-2「下水道用強化プラスチック複合管」と同等以上の耐薬品性を有する。

試験液の種類	質量変化率	JSWAS K-2 規格値 (%)
	(%)	
水 (蒸留水)	+0.11	±0.30
塩化ナトリウム水溶液 (10%)	+0.09	
硫酸 (30%)	+0.05	
硝酸 (40%)	+0.14	
水酸化ナトリウム水溶液 (40%)	-0.04	

試験結果:2022年4月1日 (一財)高分子試験・評価センター 試験報告書より

イ) ② 新耐薬品性能試験…浸漬後曲げ試験

基本試験(試験液:8種、温度:23℃、期間:28日)

試験液浸漬28日後の曲げ強さ保持率及び曲げ弾性率保持率80%以上

試験液の種類	曲げ強さ保持率	曲げ弾性率保持率
	(%)	(%)
蒸留水	91	103
硫酸 (10%)	96	101
硝酸 (10%)	96	101
水酸化ナトリウム水溶液 (1%)	94	101
酢酸 (5%)	92	100
合成洗剤 (0.1%)	96	101
次亜塩素酸ナトリウム水溶液 (5%)	99	101
植物油	106	103

試験結果:2020年6月2日 (一財)高分子試験・評価センター 試験報告書より

ロ) 耐摩耗性能試験 (JIS A 1452 落砂法)

FRP取付管ライナーは、下水道用硬質塩化ビニルと同等以上の耐摩耗性を有する。

試験項目	摩耗質量 (mg) 平均値	
	塩ビ板	取付管ライナー (BBG)
摩耗試験	0.2	0.0

試験結果:2022年4月1日 (一財)高分子試験・評価センター 試験報告書より

ハ) 内・外水圧性能試験

FRP取付管ライナーは、内・外水圧0.10MPaに耐える更生管です。

ニ) 耐洗浄性能試験

FRP取付管ライナーは、15MPaの高圧洗浄で剥離・破損が無い更生管です。

ホ) 曲がり部の追従性・密着性・厚み・シワ状況 (社内 確認試験)

(既設管 陶管 φ150、呼び厚 4.0mm (自立管仕様))

① 追従性・密着性・シワの状況確認 (施工マニュアル圧力時)

● 曲がり管 30°



● 曲がり管 60°



上記曲がり管 30°、60°いずれも内・外部まで施工マニュアル圧力で密着性は良好である。

FRP

光硬化取付管ライニング工法

(公財)日本下水道新技術機構 技術審査取得

②外周部の更生管 厚み測定確認(φ150 呼び厚 4.0mm)

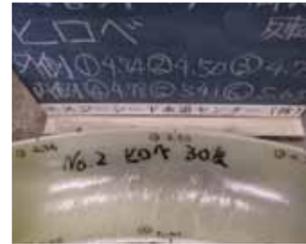
取付管は土被りが浅く、活荷重(トラック荷重)を受けけるため、更生管外周部の厚みが所定の厚みを確保出来ているかの検証が重要である。

厚み測定(曲がり部3点の平均値)

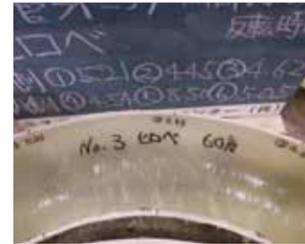
mm

	更生管の厚み		シワの状況
	内周部	外周部	
30°	5.3	4.7	良好 非常に少ない
60°	6.0	4.8	良好 少ない

上記曲がり管 30°、60°いずれも外周部は、呼び厚4.0mm以上を確保し安全でシワの状況も良好である。



30° 厚み



60° 厚み



粘度測定確認



真空脱泡装置(全長脱泡)



含浸材料の挿入

10) 製造工場の品質管理

更生材(FRP取付管ライナー)は、ISO 9001 審査登録証を取得した工場で最終製品化されます。

イ) 材料の入荷検収

1. 使用樹脂の確認 ロット番号 製造年月日 樹脂名(ビニルエステル)
2. 耐酸ガラス編物 ロット番号 製造年月日 管径の確認 重量確認(g/m) 外観検収等
3. インナー・アウターフィルム 各管径・厚み検収

ロ) 測長、含浸、脱泡工程

1. 裁断 オーダー長さに各1本毎に裁断する。
2. インナー・アウターフィルムの圧気テスト
3. 樹脂量の計測 粘性確認 含浸ローラー フィルム裁断ボビン接続
4. 特殊真空脱泡機による脱泡
FRPライナー内の空気泡が完全に脱泡され、光硬化後の更生管に発生しやすいピンホールを無くして、内外浸透水を確実に防止します。(特許)

ハ) 出荷前検査

1. 外観検査
2. 製品重量測定
3. 梱包、出荷



脱泡前の状態 (確実にピンホールを防止)



脱泡後の状態



梱包、出荷

11) FRP光硬化取付管ライニング工法 施工

施工管理は当協会が認定したFRP光硬化取付管ライニング「施工主任技能士」が施工現場に常駐して施工技術管理を行います。

安全施工パトロール



保安状況

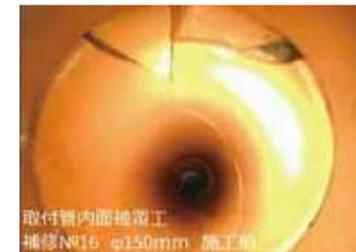


指導員による施工管理チェック

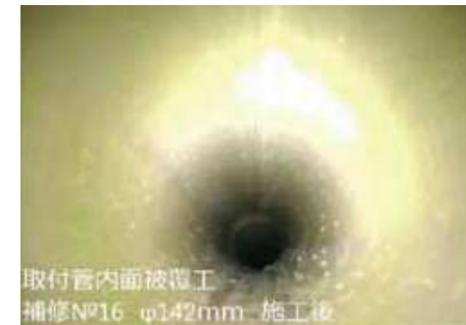


夜間 安全・施工パトロール

イ) 取付管ライニング工



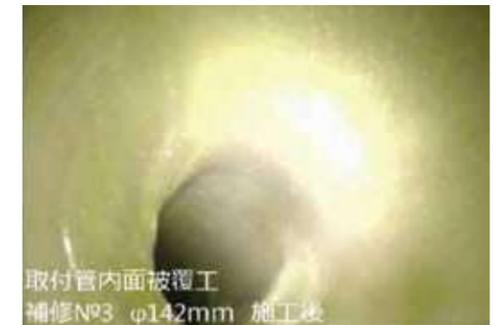
施工前



施工後



施工前



施工後

ロ) 宅内ますからのライニング施工

ライニング施工機材は軽量・コンパクトのため、宅内にも人力で運搬、設置が可能、庭木等の障害物も避けて施工できます。



FRP

光硬化取付管ライニング工法 (Z管更生)

(公財)日本下水道新技術機構 技術審査取得

12) FRP光硬化取付管ライニング工法Zパイプ (Z管) 施工

Zパイプ (Z管) は、昭和45~50年にかけて全国の宅地造成地で家屋の排水管に多量に布設され、現在約50年以上経過し、各地で管の老朽に伴い多くの障害 (閉塞等) が発生して来ております。造成地の家屋は、公道より埋め土されて高い地盤に建てられ、その周

囲は石垣、ブロック・コンクリート擁壁等で囲まれ、老朽化したZパイプ (Z管) を開削により再構築する事は困難をきわめていました。FRP光硬化取付管ライニング工法では、特殊拡径工の開発によりZパイプ (Z管) を非開削で更生することが可能となりました。



宅造地の状況



イ) 事前処理工・TV調査工

現状のZパイプ (Z管) を更生工法により再構築する場合、事前のTVカメラ調査が必要 (施工の可否、取付管の延長測定等) であるが、Zパイプ (Z管) の内面材が膨張し、多くの場合TVカメラ (取付管用) の挿入できない管が見られます。



埋設されていたZパイプ (Z管)



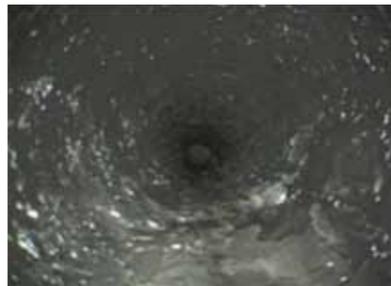
膨らみ
湿青材積層の剥がれ

① 一次拡径工

特殊拡径工の開発により、膨張した内面を処理した後にTVカメラを挿入し、施工可否・取付管延長を計測し、FRPライナーを製造します。



前処理前



前処理後

② 二次拡径工・FRP光硬化取付管ライニング工

ライニング工の直前に二次拡径工を実施後、通常のFRP光硬化取付管ライニング工法により、Z管内に強固なFRP取付管を構築します。



光硬化施工 (本管側)



施工後 (内面)

FRP

内面補強工法 (熱硬化) (光硬化)

取付管充填閉塞工

本工法は、取付管の使用・不使用の調査により不使用取付管を非開削により、本管内より取付管内空洞部に充填材を注入して閉塞し、陥没事故を未然に防止する工法です。

取付管充填閉塞工の概要

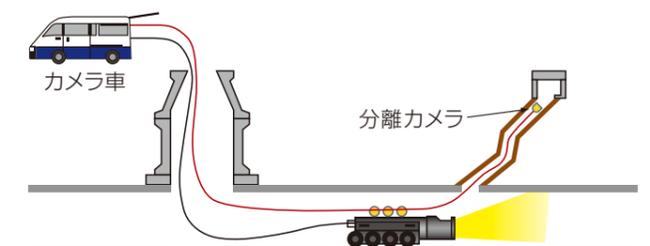
本工法は、特殊カメラを取付管内に挿入して、不使用 (不明管) の確認調査を実施し、空洞部の距離測定を行い、充填材の注入量を算出して計画します。

1. 不明取付管調査工 サテライトカメラ (親子カメラ) 等

本工法の実施前に、取付管の使用・不使用の調査が実施されている場合は不要となります。



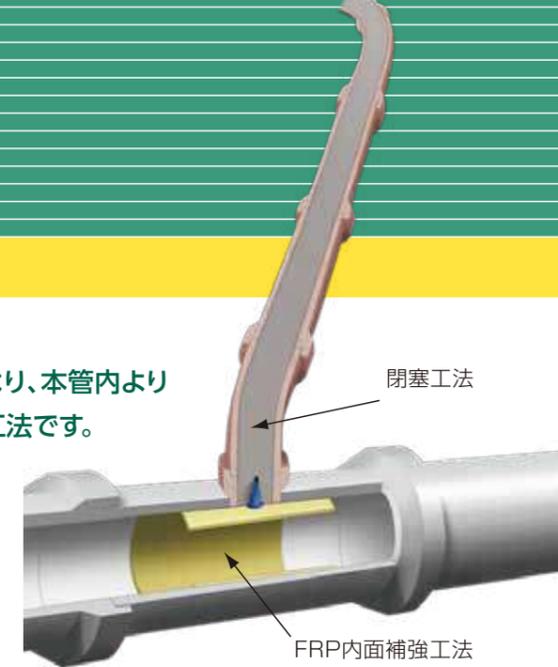
サテライトカメラ



カメラ車

分離カメラ

サテライトカメラ



閉塞工法

FRP内面補強工法

2. 閉塞工

第1工程...FRP内面補強工法により、特殊注入治具付きの補修材を取付管管口に硬化閉塞します。補修材長さは40cm、標準BFマットを使用します。(厚さ 2.5~3.0mm)

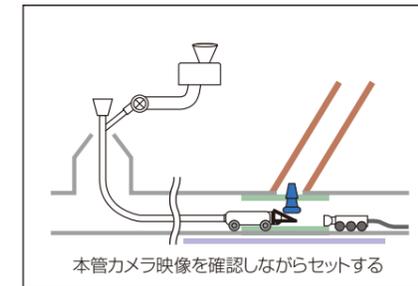


光硬化 施工機

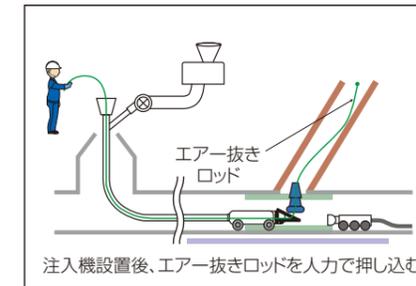


管口 側視

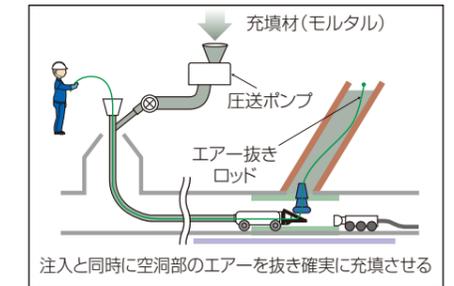
第2工程...注入ロボットの設置・注入量の確認・充填材の注入・ロボット回収工。



注入ロボット設置



注入量確認測定、エア抜き設置



充填工

標準作業フロー

① 事前調査工

- 1-1 準備工
- 1-2 洗浄工
- 1-3 取付管内調査 (サテライト調査)

② 閉塞工

- 2-1 準備工 (プラント、内面施工車等設置)
- 2-2 洗浄工
- 2-3 FRP内面補強工法 (TVカメラ使用)
- 2-4 注入ロボット設置
- 2-5 注入 (充填) 工
- 2-6 洗浄工
- 2-7 片付工

問い合わせ先 **大幸道路管理株式会社 工事部**
〒651-2232 兵庫県神戸市西区榎谷町友清98-6
TEL.078-990-0705 FAX.078-990-0706
E-mail: daikou@k3.dion.ne.jp
URL: http://daikou-douro.co.jp

製造元 **エスジーシー下水道センター株式会社**
〒160-0008 東京都新宿区四谷三栄町12-2 大久保ビル2F
TEL.03-3355-3951 FAX.03-3355-3796
E-mail: info@wink-sgc.co.jp
URL: http://www.wink-sgc.co.jp

FRP

中・大口径用のTVカメラ調査(ストリーム・カメラ・システム)

本システムは、ハイビジョンカメラを搭載した浮流式船体を下水道の流下を利用して調査するシステムです。また、水量が多く調査が出来ない、目視調査は危険、従来の大型カメラ調査はコストが高い等、様々な障害をクリア出来る安全で経済的な調査システムです。

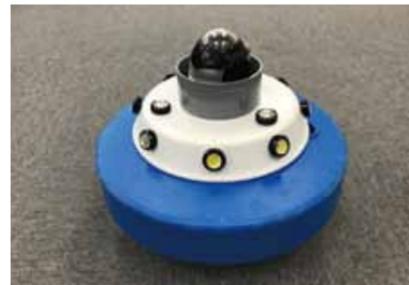
様々な管きょに対応する船体



ストリーム



ハイビジョン φ250



ストリーム UFO



ストリーム中口径



ハイビジョン 車輪 I 型



ハイビジョン 車輪 II 型

実績表

2022年1月末現在

年度	調査延長
～平成30年	432km
令和元年	20km
令和2年	75km
令和3年	100km 超
計	627km 超

調査最小口径	200mm
調査最大口径	4000mm
調査最大スパン延長	3000m

調査状況



問い合わせ先 **大幸道路管理株式会社 工事部**
〒651-2232 兵庫県神戸市西区榎谷町友清98-6
TEL.078-990-0705 FAX.078-990-0706
E-mail: daikou@k3.dion.ne.jp
URL: http://daikou-douro.co.jp

製造元 **エスジーシー下水道センター株式会社**
〒160-0008 東京都新宿区四谷三栄町12-2 大久保ビル2F
TEL.03-3355-3951 FAX.03-3355-3796
E-mail: info@wink-sgc.co.jp
URL: http://www.wink-sgc.co.jp

FRP 老朽化した下水道管きょの延命化に貢献 FRP内面補強工法

追跡調査(1～6回)による検証

FRP内面補強工法の耐久性について

本工法は平成4年から施工を開始し、平成29年度末時点で全国の市町村で単年度約200自治体で実績を積み、延べ約376,000箇所の部分補修を施工してきました。

協会は、工法で施工した過去の施工物の耐久性について、平成14年度から平成30年度までに6回のTVカメラ調査、4回の切り取り調査を実施し、機能維持状態、施工物の経年による物性の劣化度の追跡調査を実施した(表-1、表-2)。

TVカメラ調査結果

調査箇所 1,099箇所(取付管 238箇所含む)

追跡調査は、下水道管きょの管理自治体の許可を得て全国的に実施し、過去実施した同一場所(スパン)での調査は避けた。

本調査では、修繕箇所の機能状況(止水、形状変化等)について調査を実施した。

全調査箇所数の修繕1,099箇所、剥離、はがれ等の大きな形状変化みられず、経年21・22年の修繕箇所でも全く異常はみられず、また、東日本大災害後の調査でも全く異常はなくFRP内面補強の

施工物は、耐震性・長期耐久性を有する事が確認された。

機能的な調査では漏水後、木の根の侵入等1.0%以下の不良率が見られた。

切り取り調査結果

切り取り調査は、管理自治体の許可を得て全国的に4回実施し、現場採取した施工物から、平板試験供試体を加工(公的機関に依頼)し、JIS K 7171による基本物性試験を実施し、経年による劣化状況を調査した(写真-2)。

表-1 本管部、取付管接合部

調査実施年度	場所	施工経年	箇所数	TVカメラ		切り取り	
				調査	調査	調査	管径
第1回	平成14年度	宮城県	6・9	2	2	2	φ250
第2回	平成16年度	全国5地区	2～11	104	104	-	φ200～350
第3回	平成17年度	6地区	2～12	100	100	7	φ150～400
第4回	平成21年度	8地区	2～15	489	489#	-	φ150～450
第5回	平成23年度	6地区	6～20	280	280	8	φ150～700
第6回	平成27～30年度	8地区	6～22	124	124	6	φ200～300

: FRP取付管ライニング238箇所を含む

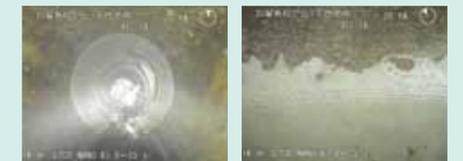
表-2 試験結果(標準I材料)

調査回	調査場所	曲げ		経年(年)	熱・光	管径
		強さ	弾性率			
第1回	宮城県①	-	9,420	9	熱	φ250
平成14年	宮城県②	-	8,550	6	光	φ250
第2回	北海道	132.0	8,320	6	熱	φ300
平成17年	茨城県	95.0	6,320	8	熱	φ250
//	愛知県	147.0	9,420	12	熱	φ250
//	福井県	153.0	8,810	6	光	φ250
//	大阪府	145.0	6,590	4	光	φ250
//	鳥取県	123.0	7,490	5	熱	φ300
//	宮崎県	123.0	7,100	8	光	φ200
第3回	福島県	-	7,970	9	熱	φ500
平成23年	北海道	-	6,600	10	熱	φ250
//	宮城県	-	7,210	7	熱	φ250
//	埼玉県	-	8,820	10	熱	φ200
//	愛知県	-	7,790	20	熱	φ250
//	大阪府	-	8,470	11	熱	φ250
//	愛媛県	-	6,840	14	光	φ250
//	福岡県	-	9,050	6	熱	φ250
第4回	福島県	-	6,000	21	熱	φ200
平成28年	埼玉県	-	9,970	6	熱	φ250
//	石川県	-	7,630	22	熱	φ200
//	福井県	-	7,070	17	光	φ250
//	愛媛県	-	6,640	14	光	φ250
平成30年	福岡県	-	8,410	12	熱	φ200

写真-1 TVカメラ調査結果



平成23年 TVカメラ調査 愛知県 経年20年 本管



平成28年 TVカメラ調査 石川県 経年22年 本管



平成30年 TVカメラ調査 福島県 経年21年 本管

写真-2 試験結果(標準I材料)



第4回 切り取り調査 採取FRP

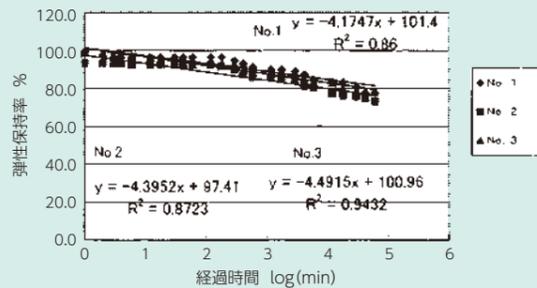
FRP

老朽化した下水道管きよの延命化に貢献
FRP内面補強工法

追跡調査(1~6回)による検証

FRP(標準I)材料のクリープ試験
(JIS K 7116)試験結果からの検証(図-1)

図-1 クリープ曲げ弾性係数保持率-時間曲線



上図的試験結果より、劣化度の大きい試験値を使用した経年による保持率の回帰式は

$$Y = -4.3952X + 97.41$$

Y: 保持率

X: 経年(分)

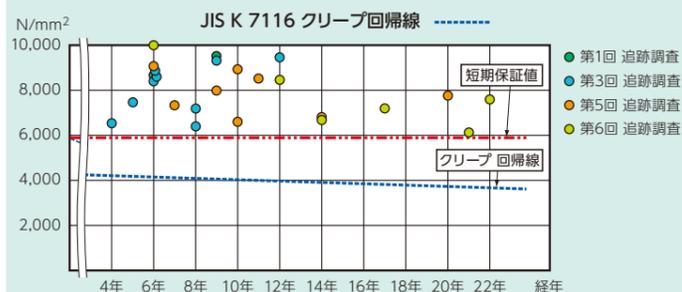
クリープ試験結果より、FRP標準I材料の曲げ弾性係数の保持率は表-3に示す。

表-3 FRP標準I材料の曲げ弾性係数の保持率

経年	5年	10年	20年	50年後
標準I (%)	69.2	57.9	66.5	64.8

長期50年後の曲げ弾性係数は、初期(短期)の50%以上の保持率を確保した材料である(図-2)。

図-2 切り取り調査結果



おわりに

下水道管きよの部分修繕(補修)の施工物は「修繕」の意味から、資産として認められていない、その施工物の必要耐用年数も求められていない。

しかしながら、内面補強工法による修繕費は、下水道料金の一部の費用から拠出された大切な資産であるとの認識から、過去に施工した修繕箇所を継続的に追跡調査を実施し、補修材の基本物性値の劣化性・機能維持状態等の調査を実施し、社内テストで修繕箇所の補強効果の検証等により、内面補強工法は損傷した管きよの補強対策として十分な機能を有し、管きよの延命化に寄与していることが認識された。

切り取り調査のまとめ

4回の切り取り調査(16試験体)の結果は、表-2、表-3からいずれの試験体もJIS K 7116から得られた曲げ弾性係数のクリープ回帰線より上側に位置し、かつ短期保証値を上回る結果となった。

JIS K 7116クリープ試験は試験供試体に一定の荷重を掛け、時間によりその応力度を測定してクリープ弾性係数(保持率)を求めるが、FRP内面補強材は既設管きよ内に施工するため外力は、既設管が受動するため補修材には外力による応力は小さい値と考えられクリープ試験値より、劣化度が少ない結果となったと考察される。

本切り取り調査は、FRP内面補強工法で修繕した施工物を直接切り取り、その材料の耐久性の検体は少ないが確実に立証できたと判断される。

FRP内面補強工法の補強効果について

本工法は、既設管きよに発生したクラック、目地部の不良箇所からの浸入水の止水対策に使用されるが、損傷部を放置すると外圧により損傷はより大きくなり耐荷能力が低下して管きよの破壊に進行する。

追跡調査で修繕箇所を切り取った後クラック、目地等の状態をTVカメラで調査した結果はFRP補修材は、修繕箇所で施工機に装着した状態で施工機内に圧縮空気を送り、既設管きよに圧着させて樹脂を硬化させるため、クラック、目地等には樹脂が圧入硬化されていることがTVカメラ調査で確認された。

樹脂の圧縮強度は、コンクリートの約2倍の強度があり、その樹脂がクラック、目地部に注入硬化され、クラックの進行を防止し補強されている(写真-3)。

写真-3



第2回 切り取り調査より
クラック部

第3回 切り取り調査より
クラック部



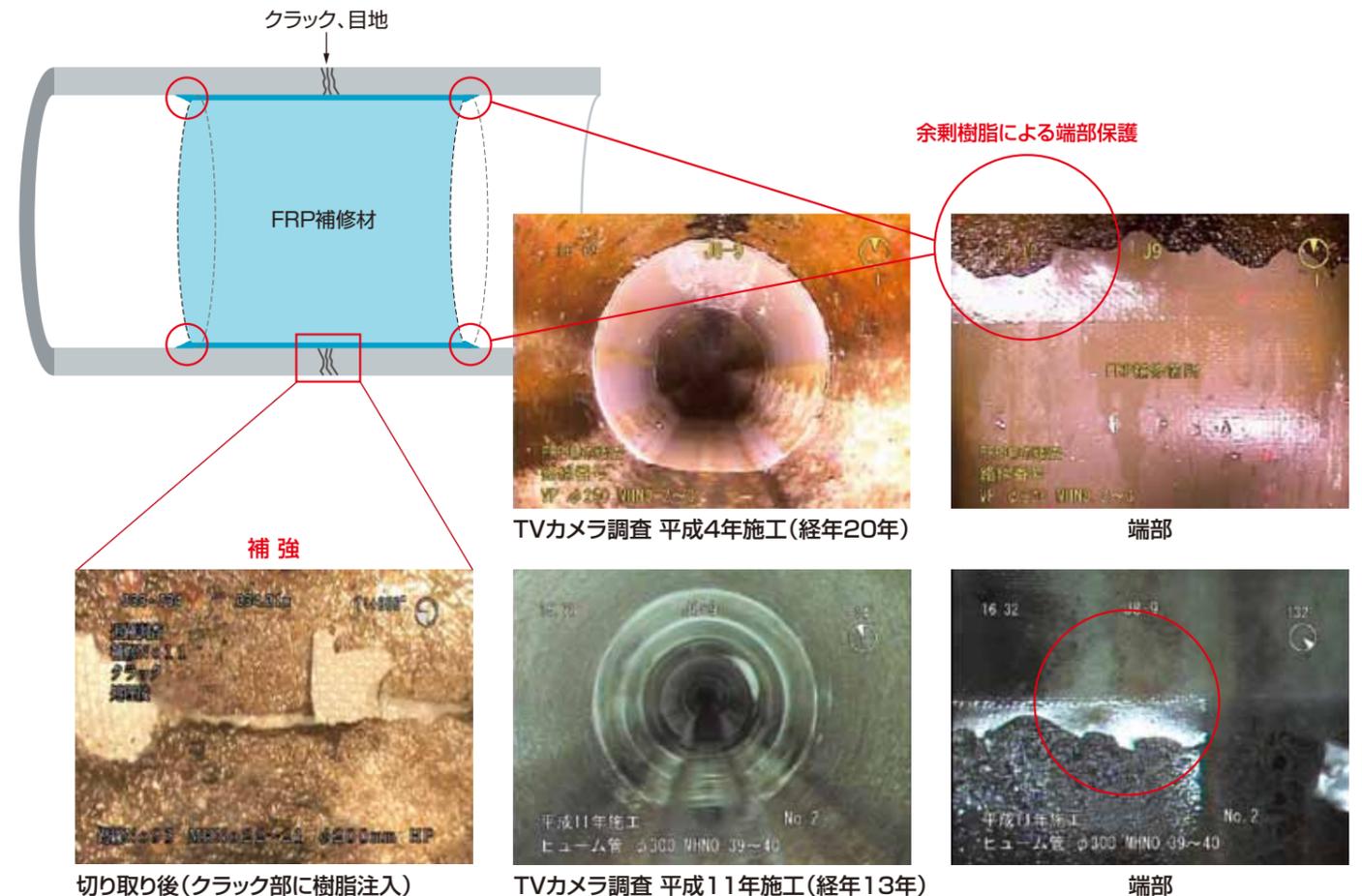
第3回 切り取り調査より
目地部

第4回 切り取り調査より
クラック部

管きよの延命化は、FRP部分補修材で大きく前進。

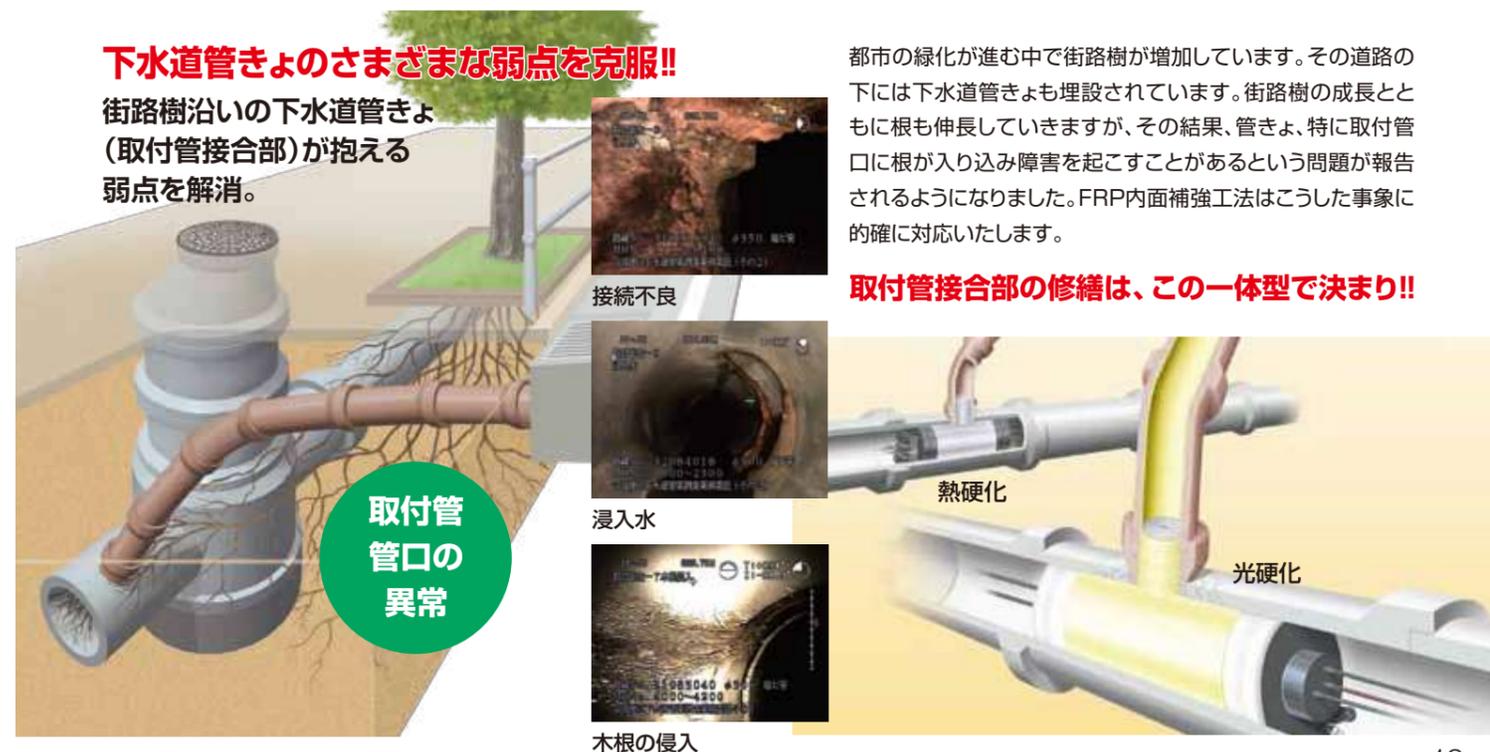
FRP補修材は、耐久性50年(ガイドラインによる)を想定した材質・強度を有し管きよの機能を確実に延命化させます。

補修材の端部を樹脂が接着して補修材を保護



下水道管きよのさまざまな弱点を克服!!

街路樹沿いの下水道管きよ(取付管接合部)が抱える弱点を解消。



都市の緑化が進む中で街路樹が増加しています。その道路の下には下水道管きよも埋設されています。街路樹の成長とともに根も伸長していきますが、その結果、管きよ、特に取付管口に根が入り込み障害を起こすことがあるという問題が報告されるようになりました。FRP内面補強工法はこうした事象に的確に対応いたします。

取付管接合部の修繕は、この一体型で決まり!!

下水道管きよの経年劣化に起因する道路陥没箇所はここ!!

下水道管きよ(取付管接合部)の不良箇所を確実に修繕します。

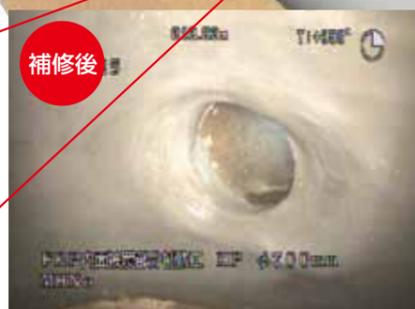
取付管接合部の仕上げ材(止水モルタル等)の経年による脱落状況



φ250-φ150 接合部



φ700-φ150 接合部



取付管管口部



φ1100-φ150 接合部



道路陥没

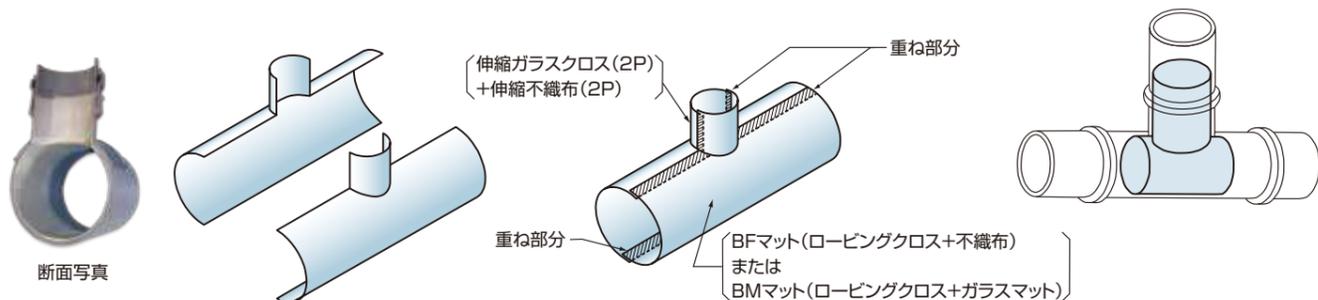


FRP内面補強工法による修繕 (本管・取付管一体型施工)

取付管口と本管を強力な一体型で修繕、あらゆる障害から守ります。

一体型(左右2組重ね合わせる)

部分補修(本管・取付管の一体化)



取付管の自由な接合に対応できる材料構成(縫製加工)

FRP

内面補強工法(熱硬化)(光硬化)

機材... 損傷箇所にマッチする施工機の使用で、的確に効率的な部分補修が行えます。

熱硬化 / 取付管一体型施工機



本管部 φ150~φ700 補修幅 40cm
取付管部 φ100~φ200 取付管内 補修高さ 標準12cm

熱硬化 / 本管(可変)施工機と本管(ロング)施工機



管径 φ150~φ700(ロング φ150~φ400)
補修幅 40cm(ロング 100cm)

熱硬化 / 卵形管施工機



熱硬化・光硬化 / 取付管内施工機(ちび弾丸)



ちび弾丸 / 熱硬化用
管径 φ100~φ150
補修幅 20cm

ちび弾丸 / 光硬化用
管径 φ125, φ150
補修幅 20cm

光硬化 / 取付管本管一体型施工機



光硬化 / 本管施工機



管径 φ150~φ700
補修幅 40cm



本管部 φ200~φ700 補修幅 40cm
取付管部 φ100~φ200 取付管内 補修高さ 標準12cm



管径 φ200~φ300(ロング)
補修幅 1m



熱硬化 / 大口径施工機(φ750~φ1500)



FRP

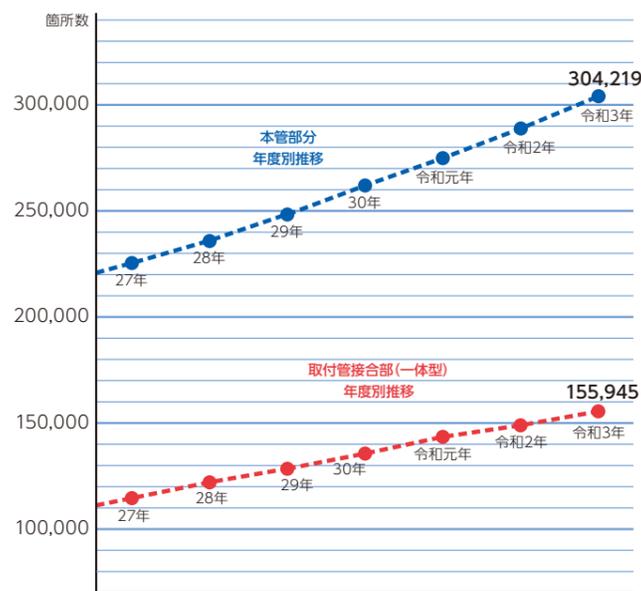
内面補強工法(熱硬化)・(光硬化)・光硬化取付管ライニング工法

施工実績

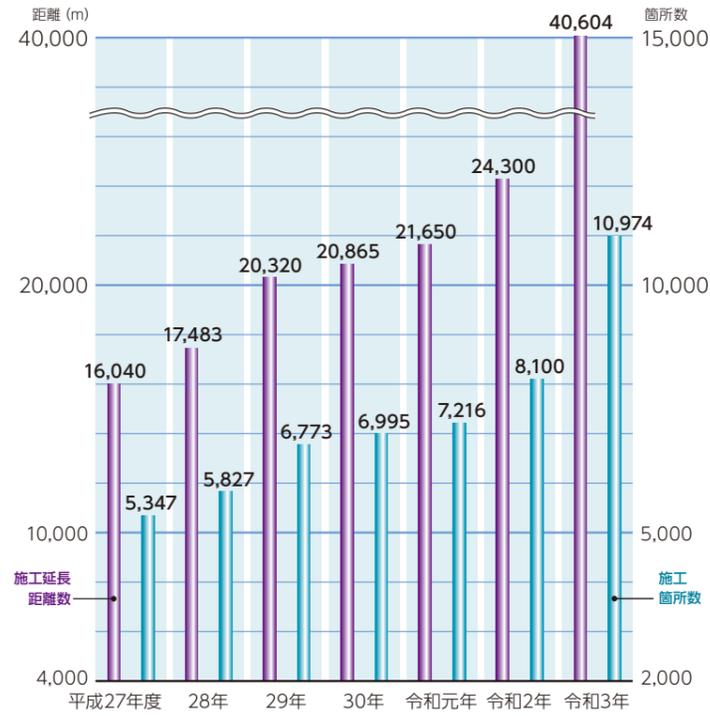
●FRP内面補強工法(熱硬化)・(光硬化) (本管および取付管接合部<一体型>)補修箇所数



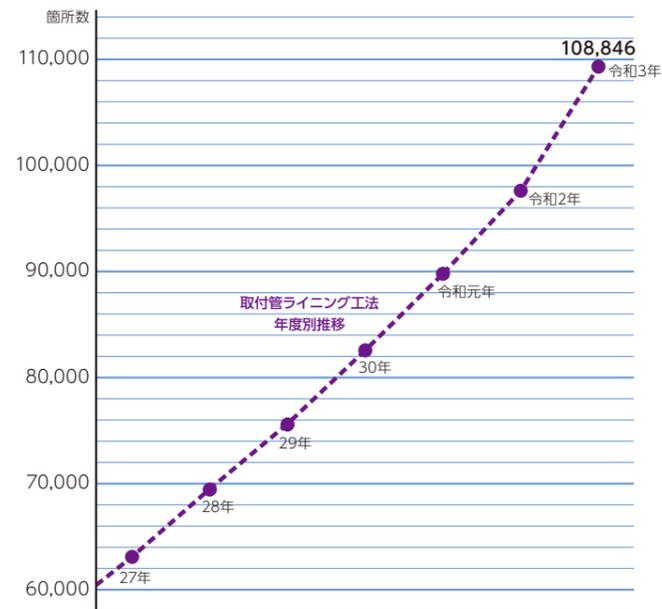
●FRP内面補強工法(熱硬化)・(光硬化) (本管及び取付管接合部<一体型>) 累計(平成7年度~)補修箇所数



●FRP光硬化取付管ライニング工法 施工延長距離および施工箇所数



●FRP光硬化取付管ライニング工法 累計(平成7年度~)施工箇所数



(公財)日本下水道新技術機構の 建設技術審査証明取得

各工法の内容につきましては、協会または
エスジー下水道センター(株)までお問い合わせください。



FRP内面補強工法
(熱硬化)



FRP内面補強工法
(光硬化)



FRP光硬化
取付管ライニング工法

FRP内面補強工法(熱硬化)、FRP内面補強工法(光硬化)、FRP光硬化取付管ライニング工法は、(公財)日本下水道新技術機構において、建設技術審査証明をエスジー下水道センター(株)、東亜グラウト工業(株)が受けた工法です。

私たち会員は、責任を持って 下水道管路を守ります。

1) 施工現場では、FRP内面補強工法の専門技術を取得した
技術者が施工管理いたします。

●【下水道管路更生管理技士】による施工管理



IDカード(表)

資格種別	取得年月日	有効期限
FRP内面補強工法	令和3年4月1日	令和8年3月31日
FRP光硬化取付管ライニング工法	令和3年4月1日	令和8年3月31日

IDカード(裏)

2) 施工現場では、協会が認定した技能資格者(工法技士)が
責任を持って施工いたします。

■現行タイプ IDカード

●部分補修工
(FRP内面補強工法(熱硬化)、
FRP内面補強工法(光硬化))

●取付管ライニング工
(FRP光硬化
取付管ライニング工法)



(表)



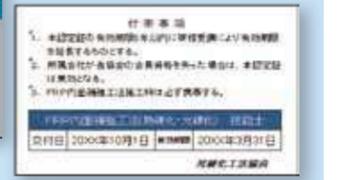
(裏)

■新タイプ IDカード

●部分補修工
(FRP内面補強工法(熱硬化・光硬化))

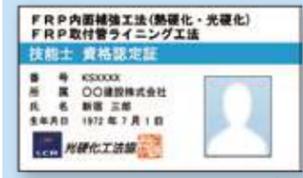


(表)

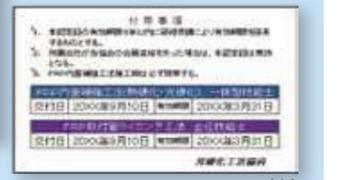


(裏)

●部分補修工・取付管ライニング工
(FRP内面補強工法(熱硬化・光硬化)・FRP取付管ライニング工法)



(表)



(裏)

※各資格の有効期限は5年です。

●工法技士研修会(フォローアップ) 全国9地区、年1回開催

