

事前の処理なく止水する EPR工法の施工事例



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ですが、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7,000件の施工実績のなかでEPS型及びエアーマ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く接着性も強い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ため、臭気問題が発生しない。

3. EPR工法適用範囲

【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

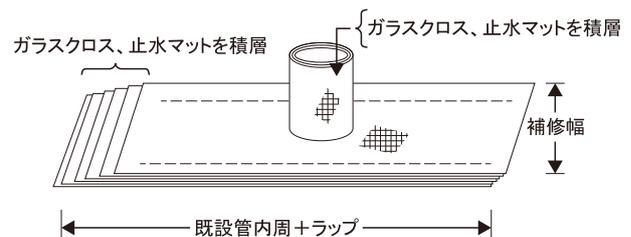
【施工延長】

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

取付管 10.0m以下

【接合部】

本管	幅	0.4m
取付管	高さ	0.1m～0.2m



EPR工法 ライニング材構造

4. 施工事例－1

場所：神奈川県 大井町

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、強さ等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。

今回の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必要とせずに施工ができる。

止水箇所に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。

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、実作業では複数箇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1 施工前状況

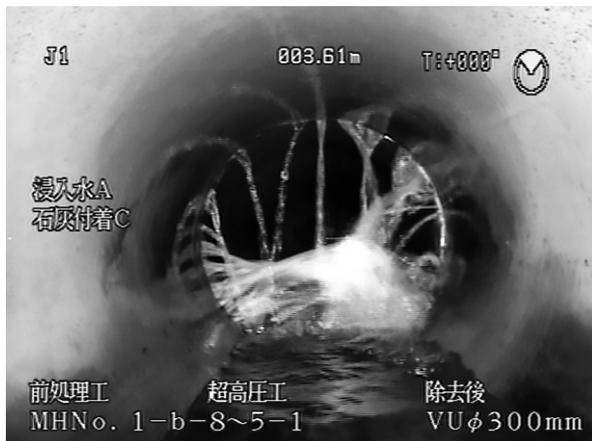


写真2 石灰除去後



写真4 ライニング材への含浸作業



写真3 浸入水箇所拡大

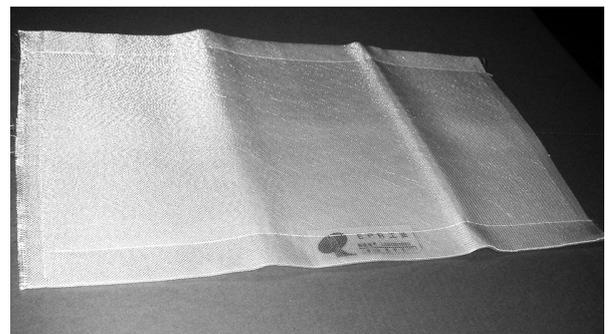


写真5 ライニング材（ガラスクロス）



写真6 機材設置

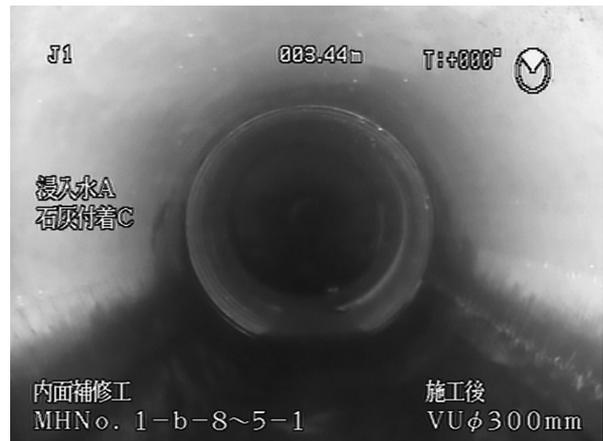


写真7 施工後

サンプルでの硬化確認後、ホイー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2.5～5.5時間程度となる。

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事ができたが流量、流速によっては別途水替え工が必要な場合もあるため、事前調査による十分な検討が必要である。

本業務は神奈川県大井町役場生活環境課様のご協力により、近隣市町村ご担当者の参加も仰ぎ、施工させていただきました。

皆さま熱心に質疑応答にも参加され、管路更生に対する意識の高さを感じました。

まだ十分に周知されているとは言えない管路更生工法ですが、今後もこのようなデモンストレーション等を通じて下水道事業運営の一助となるべく、研鑽、広報に努めてまいります。

ご参加いただいた皆様に感謝申し上げます。



大井町役場生活環境課 永田様

大井町は、神奈川県南西部に位置し、富士山を源流とした酒匂川があります。川沿いには水田地帯が広がり、優良な水と米を使った酒作りも古くから行われており、このようなことから当町では早くから下水道整備に取り組んでまいりました。

当町では供用開始から35年が経過し、下水道に経年劣化がみられ、よりよい補修方法を模索していたところ、EPR工法協会様のお力添えにより管路更生に関する知識に加え、EPR工法のデモンストレーションを行っていただきました。

このデモンストレーションは、本町を含め7自治体が参加しまして、実際に浸入水がある管渠にて、カメラ中継を交え施工過程の御説明していただき、激しい浸入水が瞬く間に止水されるまでの様子を確認することができました。

意外にも短時間で終わった施工ですが、浸入水を確実に削減できており、効果は絶大であると確信しております。

5. 施工事例－2

場所：千葉県

管種：ヒューム管

管径：φ2000

状況：浸入水3か所

水深約25cm

補修幅60cm エアーモールド型による施工

管径が900mm～の補修はエアーモールド型で施工する。エアーモールド型は900～2000mmまで対応しており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。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事前に止水工が必要となる。

今回は流水があったため、仮締切板を使って一時的に水流を止める作業を行った（水量が管径の15%以下かつ流速が1.0m/s以下の場合、仮締切板を使用して施工可能である）



写真8 施工前状況



写真9 機材設置状況



写真10 施工後状況



写真11 仮締切板による止水

6. おわりに

EPR工法は確立から30年を超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。

問合せ先

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



SDライナーⅡ工法〈G+VE〉 市街地での施工事例



黛 正崇
SDライナーⅡ工法協会
技術委員

1. はじめに

SDライナー工法では、「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン」に適用した「SDライナー工法〈F+VE〉」と「SDライナーⅡ工法〈G+VE〉」の2種類の現場硬化管（自立管）更生工法があり、どちらも（公財）日本下水道新技術機構の建設技術審査証明において「基準達成型」として証明を受けている工法である。

本稿では、SDライナーⅡ工法〈G+VE〉の施工事例について紹介する。

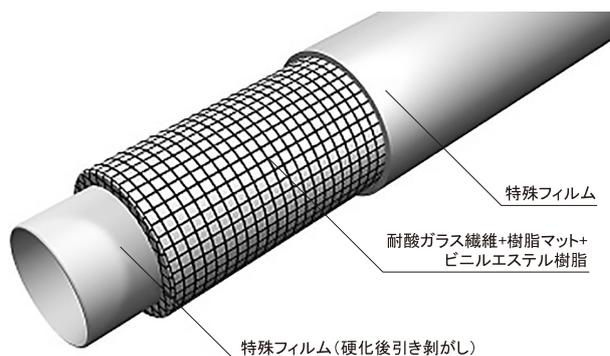


図1 更生材料構造図

2. SDライナーⅡ工法〈G+VE〉の概要

本工法は、老朽化し損傷や腐食した既設管きょを非開削で既設管内に新しい更生管を形成する工法である。

工法の主たる特長は、耐酸ガラス繊維を軸方向及び周方向に均等に配置することにより、どちらの方向でも同等に高強度を発揮することと熱硬化性樹脂に耐薬品性に優れたビニルエステル樹脂を使用していることである。

施工方法は形成工法で、硬化方法は現場状況を考慮して蒸気硬化と温水硬化が選択できる。

また、既設管への追従性も有する。

なお、更生材料の構造図を図1にSDライナーⅡ工法〈G+VE〉の適用範囲を表1に示す。

表1 適用範囲

管種	鉄筋コンクリート管・陶管・銅管・铸铁管
形状	円形管
管径	φ200～φ800
施工延長	φ700以下：75m φ800以下：50m
浸入水	水圧0.05MPa・流量2ℓ/min以下
滞留水	100mm以下の部分滞留水
屈曲角	φ700以下：10°以下の継手部 φ800以下：5°以下の継手部
段差	25mm以下の継手部
隙間	100mm以下の継手部

3. 標準施工工程

SDライナーⅡ工法〈G+VE〉の標準施工工程を図2に示す。

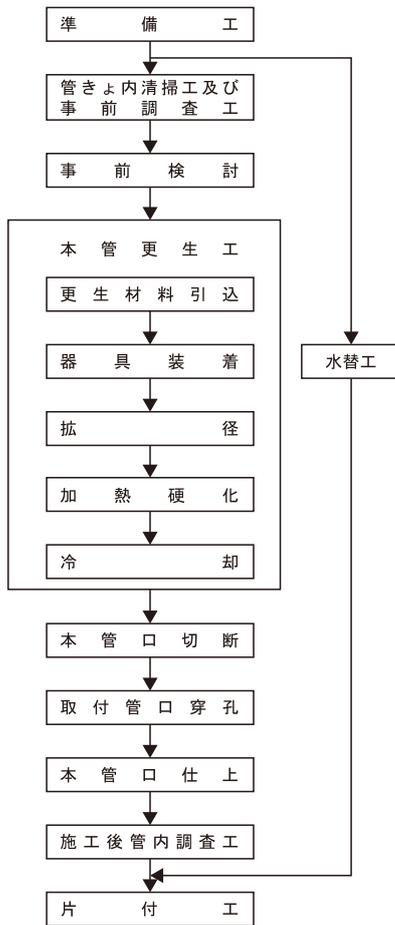


図2 標準施工工程図

4. 施工事例

4-1 工事概要

発注者：高崎市上下水道事業管理者
 工事名：下水道管路施設長寿命化対策工事
 (第4工区)

既設管呼び径：φ530 管路延長：54.50m
 取付管箇所数：当初19箇所・変更後3箇所
 施工日：2021年4月19日(月)
 施工時間：8:30～17:00

4-2 工事内容

4-2-1 施工内容

更生材料呼び径：φ530
 更生材料呼び厚さ：10.5mm
 更生材料長：56.2m
 施工方法：形成工法、蒸気硬化(熱硬化)

4-2-2 現場の特徴(図3に示す)

本現場は、駅周辺で百貨店の駐車場出入口や商品搬入トラック出入口と飲食店の営業に影響する道路に埋設されている下水道管の更生工事である。現場付近店舗は、当初夜間工事への変更要望であったが、発注者は昼間施工を検討してほしいとの回答。

なお、施工する下水道管を挟む道路に関係する二つの百貨店に定休日はない。よって、一番影響の少ない日を施工日とし、午後5時まですべて終了させる条件で当初の設計通り昼間施工で現場付近店舗に了承して頂いた。また、事前のテレビカメラ調査の結果、明らかに不使用な取付管があった為、発注者と協議を行った結果、再開発地域で以前と変わっていることが判明し、排水設備図や現地確認のうえ不使用の取付管穿孔は行わないことに決定し、穿孔箇所が3箇所に変更になったことも時間内に完工できる要因となった。

4-2-3 作業車両配置と材料挿入方法施工詳細

4-2-2 現場状況において施工現場の百貨店及び飲食店の営業に支障のない作業車両の配置及び更生材料の挿入方法を検討した結果、図3の配置及び写真1の材料挿入方法(直角挿入)とした。

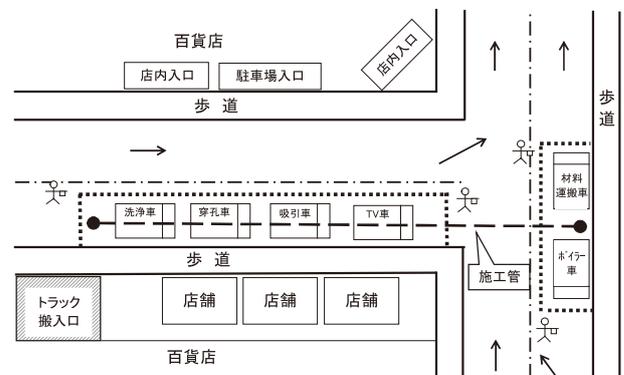


図3 施工場所概略図



写真1 材料挿入状況

4-2-4 水替え方法

通常は、上流からの下水の流入を止める為、止水プラグを設置し水中ポンプで水替えするが、今回の現場では排水ホース設置が難しい為、吸引車を使用し水替えを行った。(写真2)

4-2-5 更生材料引込

今回の現場では、引込補助シートを用いた。(図4) 引込補助シートは、更生材料と既設管との摩擦を低減させ、更生材料の保護とウィンチの負荷防止になる。今回の施工事例での引き込み速度の計算方法を下記に示す。なお、引込速度の管理値は、2m/min以下である。

【計算方法】

材料長 ÷ 引込時間 = 引込速度 ≥ 引込管理速度

材料長：56.2m

引込開始時間：9時05分

引込完了時間：9時35分

引込時間：30分

$56.2 \div 30 = 1.87\text{m/min} \leq 2\text{m/min}$



写真2 水替状況

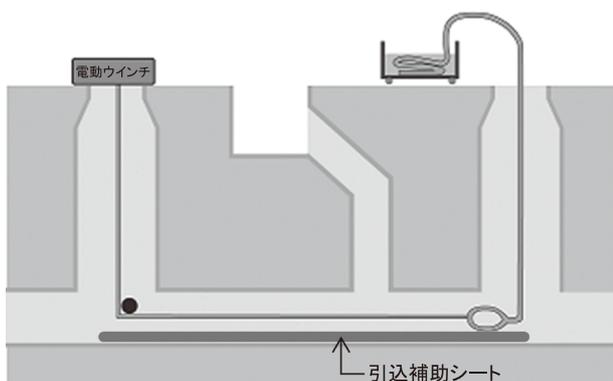


図4 更生材料引込状況図

4-2-6 加熱硬化

近隣店舗等の要望でもある午後5時までに施工終了するため、硬化方法は蒸気硬化を採用した。硬化実施時間を表2に加熱硬化状況図を図5に記す。

4-2-7 臭気対策

当工法では、更生材硬化中に発生する臭気を除去するために更生材料の人孔開放部に保護材を被せ、人孔上部に脱臭装置を設置し、臭気対策を行う。今回の現場では、材料引込後から硬化終了まで下流人孔部に脱臭装置を設置した。(写真3)

表2 加熱硬化実施記録表

項目	管理値	実施時間
硬化促進	60℃～80℃ 60分間	12:15～13:15 (60分間)
硬化養生	100℃～130℃ 60分以上	13:25～14:25 (60分間)
送風冷却	15分以上	14:25～14:40 (15分間)

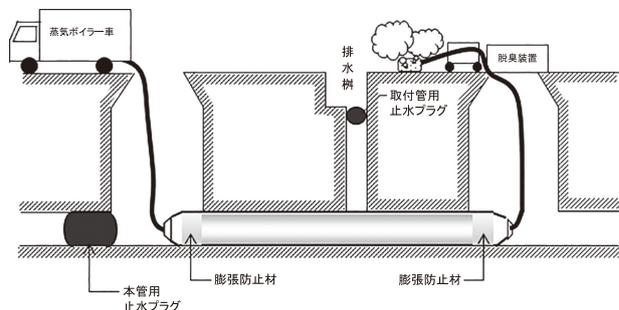


図5 加熱硬化状況図



写真3 脱臭装置設置状況

4-2-8 取付管口穿孔

SDライナーⅡ工法〈G+VE〉は、ガラス繊維を使用しているため、取付管口へこみが出ない。よって、事前調査時に取付管口の距離及び角度を十分確認しておく必要がある。それを基に穿孔位置のズレがないように本管TVカメラと取付管TVカメラを用いて穿孔を行う。(図6)

また、作業は資格者(取付管口穿孔技士)が行う。なお、取付管口穿孔状況(直視)と(側視)を写真4と5に記す。

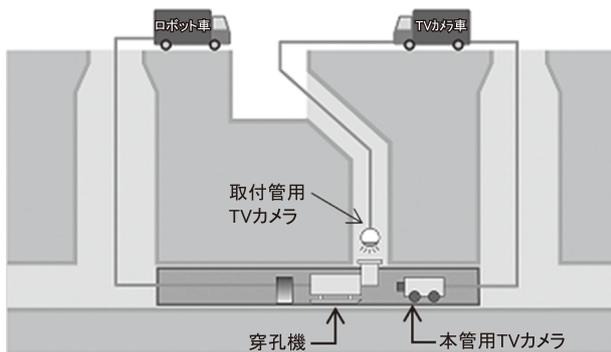


図6 取付管口穿孔状況図

4-2-9 出来形確認

出来高は、施工前後の内径計測にて行う。また、施工前と施工後の管内状況を写真6と7に記す。

5. おわりに

今回の施工事例では、付近店舗からの苦情もなく午後5時前までには撤収作業まで終了した。

本稿では、SDライナーⅡ工法〈G+VE〉の施工事例を紹介しましたが、基材に不織布を使用したSDライナー工法〈F+VE〉もありますので、下記の協会ホームページをご覧ください幸いです。

問合せ先

SDライナー工法協会

〒370-0071 群馬県高崎市小八木町310-1

管水工業株式会社内

TEL 027-329-7378 FAX 027-329-7379

URL <https://sd-liner.jp>

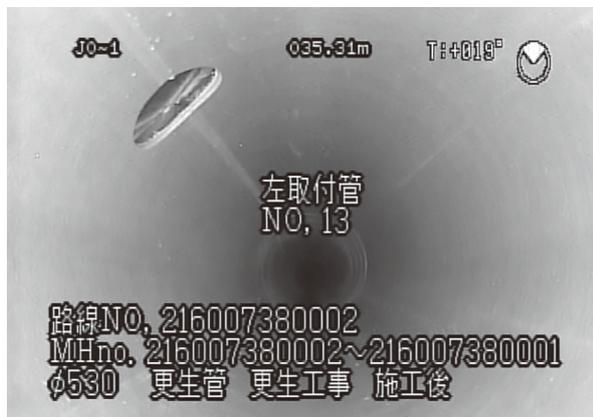


写真4 取付管口穿孔状況(直視)



写真6 施工前管内状況

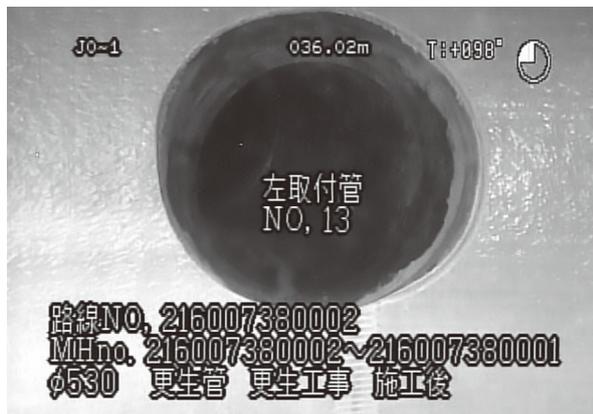


写真5 取付管口穿孔状況(側視)



写真7 施工後管内状況

インシュフォーム工法の高強度ガラスライナーの概要と施工事例



濱野 信明

日本インシュフォーム協会
関東支部長



山田 邦治

日本インシュフォーム協会
技術委員

1. はじめに

社会基盤施設として地中には、通信、電気、ガス、上下水道と多くのライフライン施設が張り巡らされている。例えば、下水道施設（ストック）は、昭和40年代から平成10年代に集中的に整備され、令和2年度末における全国の下水道普及率は、80.1%（下水道利用人口／総人口）となっている。

下水道においては、敷設総延長約47万kmのうち標準耐用年数の50年を経過した管渠の延長が約1.4万kmあり、20年後には約10倍14万kmと、今後急速に老朽管路が増加することが見込まれている。こうしたライフラインの改築・更新事業は急務とされているが、様々な施設が幾重にも折り重なって敷設されていることから、容易に布設替えすることは出来ない状況にある。その対策として、非開削による管路の更生技術であるインシュフォーム工法について述べる。

2. インシュフォーム工法の概要

インシュフォーム工法は、1971年にイギリスで開発・施工され、現在世界30ヶ国以上、総施工延長は40,000kmを超えた世界で最も豊富な実績と歴史を持つ埋設管路の更新更生工法のルーツである。日本には1986年に導入され埼玉県越谷市の下水道管渠の施工が国内最初の下水道の施工実績と言われている。

1991年に日本下水道事業団の技術審査証明書を、2004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、以降材料や手法技術の改

良・開発を行い、2015年に高強度ガラスライナーの建設技術審査証明書を取得し市場投入を行ってきた。その後2020年に（公社）日本下水道協会のⅡ類資器材・認定工場として登録を行ったこの高強度ガラスライナーについて下記に説明する。

3. 高強度ガラスライナー

3-1 構造

- (1) 基材：ガラス繊維
- (2) インナーフィルム：ポリエチレン+ナイロン
- (3) アウターフィルム：ポリエチレン+ナイロン
- (4) アウターフリース：ナイロン
- (5) 樹脂：不飽和ポリエステル樹脂

高強度ガラスライナーは、下水道管路の排水管などの無圧管路に適用可能な材料である。高強度ガラスライナーの構造図を図3-1、高強度ガラスライナーの更生管の写真を写真3-1、高強度ガラスライナーの厚みの計算例を表3-1に示す。

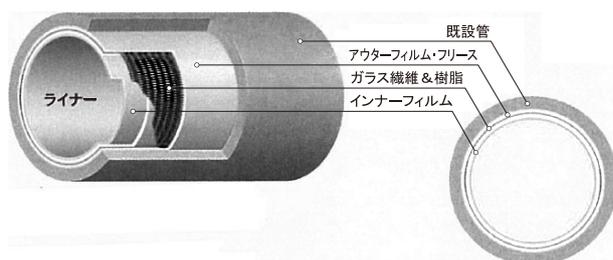


図3-1 高強度ガラスライナー構造図



写真 3-1 高強度ガラスライナー更生管

表 3-1 高強度ガラスライナーの厚みの計算例

口径	150	200	250	300	350	380
厚み	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
口径	400	450	500	600	700	800
厚み	8.0	9.0	10.0	12.0	14.0	16.0

※ 1. 単位：mm

※ 2. 設計条件：「ガイドライン 2017」準拠。
土被り 2m、活荷重 T-25、
土圧算定式は直土圧公式で厚み算出。

3-2 適用範囲

- (1) 管種：鉄筋コンクリート管・陶管・鋼管
・ 鋳鉄管・硬質塩化ビニル管
- (2) 管径：150mm～800mm
- (3) 施工延長：80m

※ 3. 審査証明報告書記載の適用範囲。

※ 4. 更生材の製造範囲としては 1200mm までの製造、施工が可能。

3-3 特徴

(1) 高強度化・薄肉化

- ① 基材はオールガラス繊維で構成、高強度化を図り更生管の厚みを半減。
- ② 更生管を薄肉化、内空断面の確保により流下能力を向上。
- ③ 薄肉化、基材も柔軟であるので、既設管内挿入時に折りたたみが容易で、挿入工が安易で短時間。
- ④ 薄肉化により硬化時間も短縮、短時間施工に寄与。

(2) 収縮性

- ① 構築された更生管は、ガラス繊維の含有量が高いので硬化後の収縮量は小さい。
- ② 収縮量が小さいので、管口仕上げや取付管穿孔などの当日作業が可能。

(3) 臭気対策

- ① ガスバリア性のアウターフィルム、インナーフィルムの採用により臭気発生を低減。
- ② 薄肉化、ガラス繊維による樹脂の使用量減による臭気発生削減。
- ③ 臭気低減により地域住民、現場作業員へも配慮。

3-4 作業工程

(1) 形成工法

高強度ガラスライナーは、形成（引込み）工法、蒸気硬化の手法で更生管として構築される。図 3-2 に高強度ガラスライナーの施工フロー、図 3-3 に引込み挿入、図 3-4 に加熱硬化のイメージ図に示す。

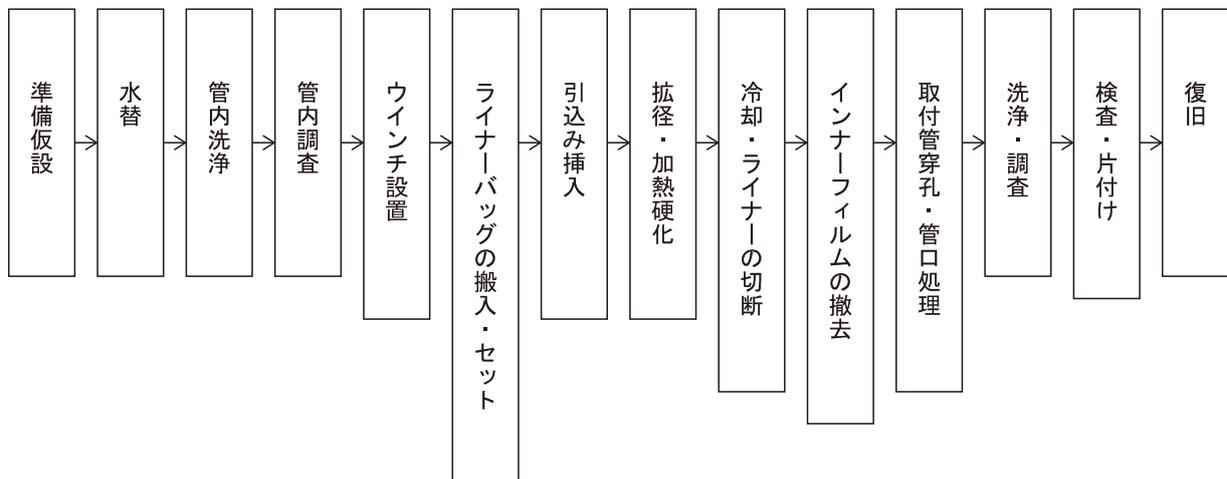


図 3-2 施工フロー

4. 高強度ガラスライナーの施工事例

高強度ガラスライナーの3件の代表的な施工事例の概要を下記に紹介する。

4-1 施工事例

4-1-1 埼玉県K市

(1) 期日：2015年7月10日（金）

(2) 施工規模：①口径：450mm

②厚み：7.0mm

③延長：27.85m

④取付管穿孔：2箇所

(3) 施工状況

発注者および近県のインシチュフォーム協会企業への見学会を含めて施工を行った。

現場見学会の状況を写真4-1に示す。

(4) 施工結果

朝9時から作業を開始し樹脂硬化までの更生工は13時30分まで完了した。2箇所の取付管穿孔、管口仕上げ、施工後TV調査を2時間で完了させ、16時過ぎには現場から撤収した。

またガスバリア性のインナー、アウターフィルムの採用と高強度化、薄肉化から使用する樹脂量の削減が図られ、発生する臭気も大幅に削減された。

他、住民対策、作業員への負担減少にも寄与し、見学された発注者や関係者からも大きな評価を得た。硬化作業中の状況を写真4-2に示す。

4-1-2 北海道S市

(1) 期日：2017年7月5日（水）

(2) 施工規模：①口径：600mm

②厚み：12.0mm

③延長：82.97m



写真4-1 現場見学会状況

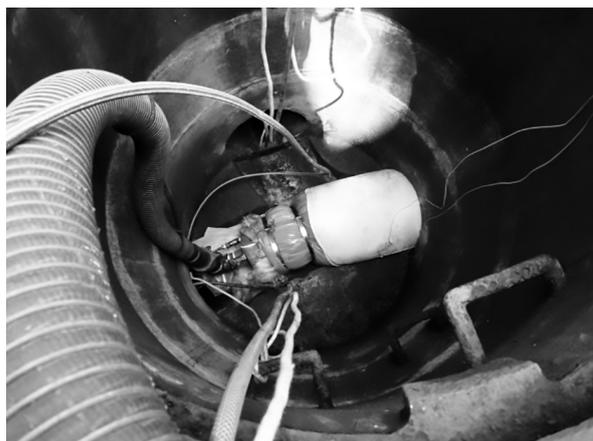


写真4-2 硬化作業状況

④取付管穿孔：18箇所

(3) 施工検討・状況

既設管径が600mm、延長も80m超であったので更生材の引込み牽引方法、硬化方法、また取付管の数量も多いこともありTVカメラと穿孔機を2セット準備するなど念入りの事前検討を行い工事に臨んだ。

なお牽引力に関しては引込工時に確認を行った。

(4) 施工結果

拡径工などで計画以上の時間を有したが、樹脂硬化、管口部粗切り、インナーフィルムの除去までの更生工は8時間程度で完了させた。18箇所の取付管穿孔にあたっては、上流側からと下流側から別々の穿孔機を導入させ穿孔を行ったが、数量も多いこともあり穿孔時間に約3時間程度掛かってしまった。更生工以外の付帯工事である穿孔作業に関しては今後、施工性の向上、更なる短時間作業の必要性を感じた。

牽引力の測定結果を写真4-3、施工後の管内状況を写真4-4に示す。



写真4-3 牽引力確認状況

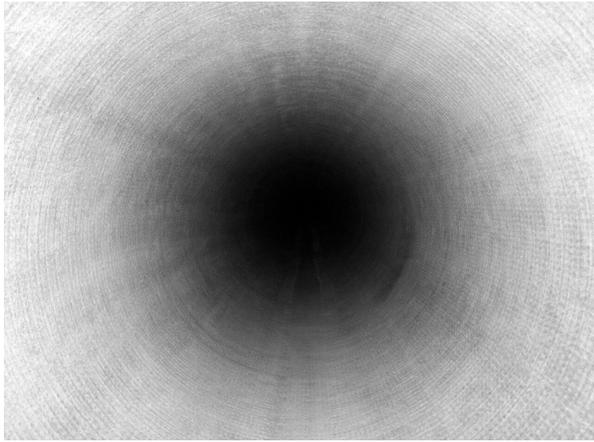


写真4-4 施工後管内状況



写真4-6 管口仕上げ状況

4-1-3 愛知県I市

- (1) 期日：2018年9月25日（火）
- (2) 施工規模：①口径：500mm
②厚み：9.0mm
③延長：115.54m

(3) 施工検討・状況

審査証明上で評価されている延長以上ではあるが発注者の承諾を頂き施工を行った。

施工中の更生材の引込み作業状況を写真4-5に示す。

(4) 施工結果

既設管延長が長いことに加え、土被りが深かった



写真4-5 引込み状況

影響から更生材の引込みには計画以上の時間を有したが、蒸気硬化、薄肉化により硬化時間の短縮化が図られ、トータル的には従来の作業時間より大幅な削減となり無事完工した。

施工後の管口仕上げ状況を写真4-6に示す。

5. おわりに

以上、インシチュフォーム工法の高強度ガラスライナーの概要と施工事例を紹介した。

この高強度ガラスライナーは、2015年度に市場投入を行ってから現在に至るまで順調に施工実績延長を伸ばしているが更なる薄肉化や短時間施工の検討、改善を図ると共に発注者の施主のニーズに柔軟に対応し、安全、信頼に応えながら、今後の管路更新・更生事業に更に貢献していく所存である。

問合せ先

日本インシチュフォーム協会

〒141-0032

東京都品川区大崎1-5-1

大崎センタービル11階

TEL：03-6865-6900 FAX：03-6865-6901

<https://www.insituform.gr.jp/>

ins@insituform.gr.jp