

## シームレスシステム工法

### 1. 工法概要

シームレスシステム工法は、光硬化方式により本管、取付管を一体的に更生する技術であり、本管更生のメインライナー形成工、取付管更生のラテラルライナー形成工および取付管の接合部更生のユナイトライナー形成工の 3 工程から成り立っている。

この内、本管更生工であるメインライナー形成工については、工法分類は形成工法に属し、形成方式は光硬化、材料特性は耐酸性特殊ガラス繊維を補強材とした FRP であり、強度と耐久性に優れたものとなっている。

### 2. 適用範囲

| 項目       | 適用範囲                                   | 備考        |
|----------|--|-----------|
| 管種       | 鉄筋コンクリート管、陶管、鋼管、<br>鋳鉄管、硬質塩化ビニル管       |           |
| 管径       | 200 mm ～ 800 mm                        | 規格外管径も対応可 |
| 段差       | 20 mm 程度                               |           |
| 曲がり      | 10° 程度                                 |           |
| 継手隙間     | 50 mm 程度                               |           |
| 浸入水      | 2 ℓ/min、0.05 MPa までの浸入水は、<br>事前処理不要    |           |
| 建設技術審査証明 | 取得年度・・・2002 年 2 月<br>更新年度・・・2014 年 3 月 |           |

建設技術審査証明以外の適用範囲および最新データについては、工法協会、メーカーの仕様を確認する。

### 3. 使用材料の物性

| 名称      | シームレスメインライナー |  |       |
|---------|--------------|--|-------|
| 材 料 構 成 |              |  |       |
| 項目      | 材 質          |  | 備考    |
| 硬化性樹脂   | 不飽和ポリエステル樹脂  |  |       |
| 樹脂含浸用基材 | 耐酸性特殊ガラス繊維   |  |       |
| 内面フィルム  | PE+PA 複合フィルム |  | 硬化後除去 |
| 外面フィルム  | PE+PA 複合フィルム |  | 一体化せず |

| 基 本 物 性  |                             |                             |                             |            |
|----------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|
| 項目       | 性 能                         |                             |                             | 備考         |
|          | メインライナー-S                   | メインライナー-S II                | メインライナー-L                   |            |
| 短期曲げ強度   | 167 N/mm <sup>2</sup> ※-1   | 167 N/mm <sup>2</sup> ※-1   | 180 N/mm <sup>2</sup> ※-1   | JIS K 7171 |
| 短期曲げ弾性係数 | 7,355 N/mm <sup>2</sup> ※-1 | 7,355 N/mm <sup>2</sup> ※-1 | 7,600 N/mm <sup>2</sup> ※-1 | JIS K 7171 |
| 長期曲げ強度   | 60 N/mm <sup>2</sup>        | 40 N/mm <sup>2</sup>        | 70 N/mm <sup>2</sup>        | JIS K 7039 |

|              |                             |                             |                             |                |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|
| 長期曲げ弾性係数     | 4,090 N/mm <sup>2</sup>     | 4,090 N/mm <sup>2</sup>     | 6,720 N/mm <sup>2</sup>     | JIS K 7035     |
| 耐薬品性         | 合格                          | 合格                          | 合格                          | JAWAS K-2      |
| 耐摩耗性         | 新管と同等程度                     | 新管と同等程度                     | 新管と同等程度                     | JIS K 1452     |
| 水密性          | 合格                          | 合格                          | 合格                          | JAWAS K-2      |
| 耐ストレーンコーション性 | 合格                          | 合格                          | 合格                          | JIS K 7034     |
| 成形後収縮性       | 成形後 2 時間以内に収縮が収まり安定         | 成形後 2 時間以内に収縮が収まり安定         | 成形後 2 時間以内に収縮が収まり安定         | 軸方向長と周方向長を計測確認 |
| 短期引張強度       | 90 N/mm <sup>2</sup> ※-2    | 90 N/mm <sup>2</sup> ※-2    | 90 N/mm <sup>2</sup> ※-2    | JIS K 7161     |
| 短期引張弾性係数     | 7,355 N/mm <sup>2</sup> ※-2 | 7,355 N/mm <sup>2</sup> ※-2 | 5,500 N/mm <sup>2</sup> ※-2 | JIS K 7161     |
| 短期圧縮強度       | 100 N/mm <sup>2</sup> ※-2   | 100 N/mm <sup>2</sup> ※-2   | 80 N/mm <sup>2</sup> ※-2    | JIS K 7181     |
| 短期圧縮弾性係数     | 7,200 N/mm <sup>2</sup> ※-2 | 7,200 N/mm <sup>2</sup> ※-2 | 3,700 N/mm <sup>2</sup> ※-2 | JIS K 7181     |

※-1：試験片が平板の場合の短期保証値

※-2：試験片が平板で且つ管軸方向から採取した場合の短期保証値（耐震計算に用いる）

| 更生管のサンプル試験による物性 |                                      |   |  |    |
|-----------------|--------------------------------------|---|--|----|
| 項目              | 性能                                   |   |  | 備考 |
|                 | メインライナー-S<br>(管軸方向)<br>JIS K7171 を準用 | メインライナー-S II<br>(管軸方向)<br>JIS K7171 を準用 | メインライナー-L<br>(管周方向)<br>EN ISO 13566-4*<br>-3 |    |
| 曲げ強度            | 80 N/mm <sup>2</sup>                 | 80 N/mm <sup>2</sup>                    | 100 N/mm <sup>2</sup>                        |    |
| 曲げ弾性係数          | 5,000 N/mm <sup>2</sup>              | 5,000 N/mm <sup>2</sup>                 | 4,300 N/mm <sup>2</sup>                      |    |

※-3：補強材（ガラス繊維）の異方性が顕著なメインライナー-Lは、管周方向から採取した試験片を用いて試験を行う。

#### 4. 施工前現場実測

共通項目参照。

#### 5. 施工前管きよ内調査

共通項目参照。

#### 6. 事前処理工

施工前管きよ内調査の結果に基づき、必要に応じて事前処理工を行う。

施工に支障を来す要因の内容に基づいて処理方法を決定し、作業を行う。

##### 《事前処理工 実施内容および留意点》

① 高圧洗浄によるモルタル等の除去

完全に除去ができるよう、TV カメラ等で監視しながら作業を行う。

- ②管内ロボットを用いて、モルタル、取付管突出および木根等の除去を、TV カメラで監視しながら行う。
- ③多量の浸入水の仮止水（0.05MPa 以上の圧力が想定される場合）  
更生材に変形をもたらすような水頭圧の高い浸入水がある場合は、仮止水を行う。  
方法については、パッカー注入、部分補修等による止水等の方法を検討し、当該現場に最も適した方法で行う。
- ④マンホール内の事前処理  
マンホール内に障害物等があり、施工器具等が設置できない場合は、除去して施工器具等が正しく設置できるように努める。

## 7. 施工前管きょ内洗浄工

共通項目参照。

## 8. 更生材料の挿入工

### 《引込工》

管きょ内にワイヤーロープ等を通線し、更生材料の引き込みを行う。  
引き込みは適正な引込速度で行い、マンホール口環や管口等で更生材にダメージを与えないように充分留意する。  
引き込み終了後、更生材料端部を施工器具に固定し、空気圧で拡径を行う。  
拡径は更生材料厚みが均一になるよう、また、更生材料に負荷がかからぬように配慮し、段階的な昇圧を行う。

### 《引込作業 実施内容および留意点》

管径毎の標準的な更生材引込速度

φ 200 mm ～ φ 400 mm 未満・・・3 m/min 程度

φ 400 mm 以上 ～ φ 800mm・・・2 m/min 程度

#### ①引き込み速度

引き込みは適正速度以内で行い、引込速度をデータシートに記入する。

#### ②更生材料のネジレ防止

更生材料のネジレ防止にスイベルジョイントを用いる。

#### ③潤滑剤の塗布

更生材料もしくはスリップシートに潤滑剤を十分に塗布する。

#### ④更生材料の傷付け防止策

マンホール口環、管口に更生材料保護のための養生を施す。

更生材料端部養生は、更生材料が傷まないように保護シート等を被せる。

また、更生材料の取り扱い時には傷付けないように十分に注意する。

### 《拡径作業 実施内容および留意点》

標準拡径方法

0.005 MPa ずつ、段階的に昇圧する。

昇圧する毎にメインライナー S および S II は 3 分間、メインライナー L は 5 分間圧力を保持することを標準とする。

管径毎の標準拡張最終圧力および留意点

φ 200 mm ～ φ 300 mm・・・0.050 MPa

φ 350 mm ～ φ 450 mm・・・0.040 MPa

φ 500 mm ～ φ 600 mm・・・0.035 MPa

φ 700 mm ～ φ 800 mm・・・0.030 MPa

ただし、既設管の状況によりフィット圧力が異なるため、上記の最終圧力はいくまで標準的な目安であり、既設管の状況に応じて増、減の調整を行う。

- ①昇圧毎の圧力保持時間を守る。
- ②急激な圧力上昇、圧力減衰がないよう十分に注意する。
- ③計測した圧力、昇圧時間をデータシートに記入する。

## 9. 硬化工

更生材料の硬化作業は、硬化時更生材料内圧力管理、硬化温度管理、硬化時間管理および冷却養生時間管理等を行う。

### 《硬化工（光硬化） 実施内容および留意点》

管径毎の標準硬化時圧力

拡張工程終了時の最終拡張圧力を維持することを原則とする。

管径毎の標準硬化速度

硬化速度は、更生材厚さ、管径、硬化装置の能力等によって異なるため、現場条件に合わせてその都度施工計画書に明記された管理速度を前提とする。

以下に UV ライトトレイン（1000WGa 球×6 連結）による硬化速度の一例を示す。なお、硬化速度は浸入水の有無に関わらず一定とする。

UV ライト牽引速度の一例

| 厚さ (mm) / 管径 (mm) | 3   | 4   | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-------------------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 200               | 110 | 105 | 95 | 85 | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 250               | 105 | 100 | 90 | 80 | 75 | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 300               | 100 | 95  | 85 | 75 | 65 | 55 | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 350               | 90  | 85  | 75 | 70 | 60 | 55 | 50 | —  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| 400               | 85  | 80  | 70 | 65 | 55 | 50 | 45 | —  | 35 | —  | —  | —  | —  | —  |
| 450               | 70  | 65  | 60 | 60 | 50 | 48 | 42 | —  | 33 | 30 | —  | —  | —  | —  |
| 500               | —   | 60  | 50 | 50 | 45 | 43 | 39 | —  | 30 | 26 | 24 | 20 | —  | —  |
| 600               | —   | 55  | 45 | 45 | 40 | 40 | 34 | 30 | —  | 24 | 20 | 17 | 15 | 12 |
| 700               | —   | —   | 40 | 40 | 35 | 35 | 30 | 30 | —  | 20 | 15 | 15 | —  | —  |
| 800               | —   | —   | —  | 30 | 25 | 25 | 20 | 20 | —  | 15 | —  | —  | —  | —  |

詳細については、メーカーの仕様を確認する。

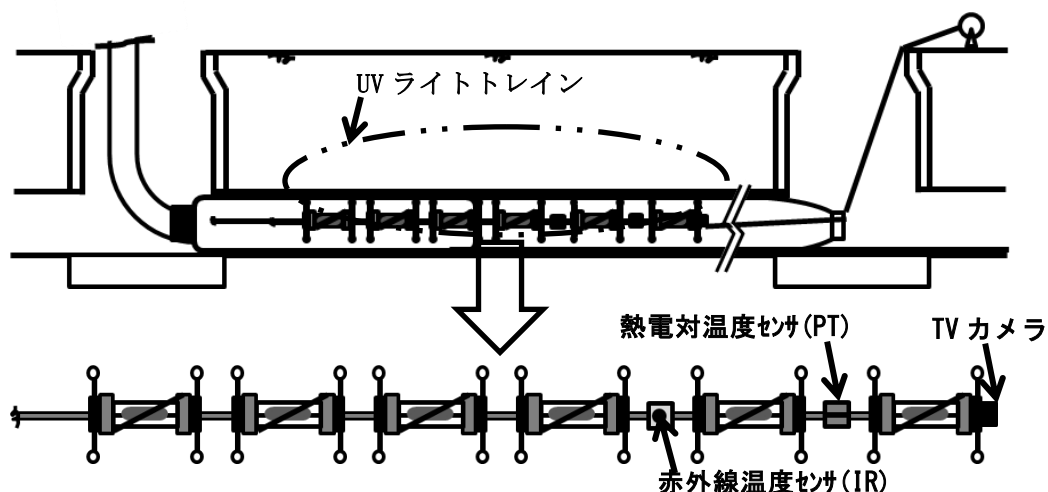
- ① UV ライト入力電圧、周波数を確認し、データシートに記入する。
- ② 紫外線照射装置先端に取り付けられた TV カメラにて、硬化前の更生材料内面に異常がないことを確認する。
- ③ 圧縮空気排出マンホール側に防音・脱臭装置を設置する。
- ④ 脱臭装置より排出される空気内に含まれるスチレングス濃度を測定する。
- ⑤ 硬化時の空気圧力を所定の圧力に保ち、硬化開始から終了まで連続的に測定し、チャート紙に記録する。
- ⑥ 硬化時の管内温度（更生材表面温度、雰囲気温度）を、硬化開始から終了まで施工スパン全延長に対して連続的に測定し、チャート紙に記録する。  
温度計は UV ライトトレインに取り付け、更生材料内面表面温度、更生材料内面雰囲気温度を測定できるものとする。
- ⑦ 所定の硬化速度以内で硬化作業を行う。
- ⑧ 硬化中の管内状況を TV カメラで監視する。

#### 《冷却養生管理》

UV ライト消灯後 10 分程度、圧縮空気による冷却を行い、データシート等に記録する。

#### 温度計取付け箇所の一例

光硬化イメージ図



詳細については、メーカーの仕様を確認する。

## 10. 性能確認試験用テストピース採取

更生管の性能確認試験を行うためのテストピースの採取を行う。

### 《性能試験用テストピース採取（光硬化） 実施内容および留意点》

- (1) テストピース採取用器具で作成した平板からの採取

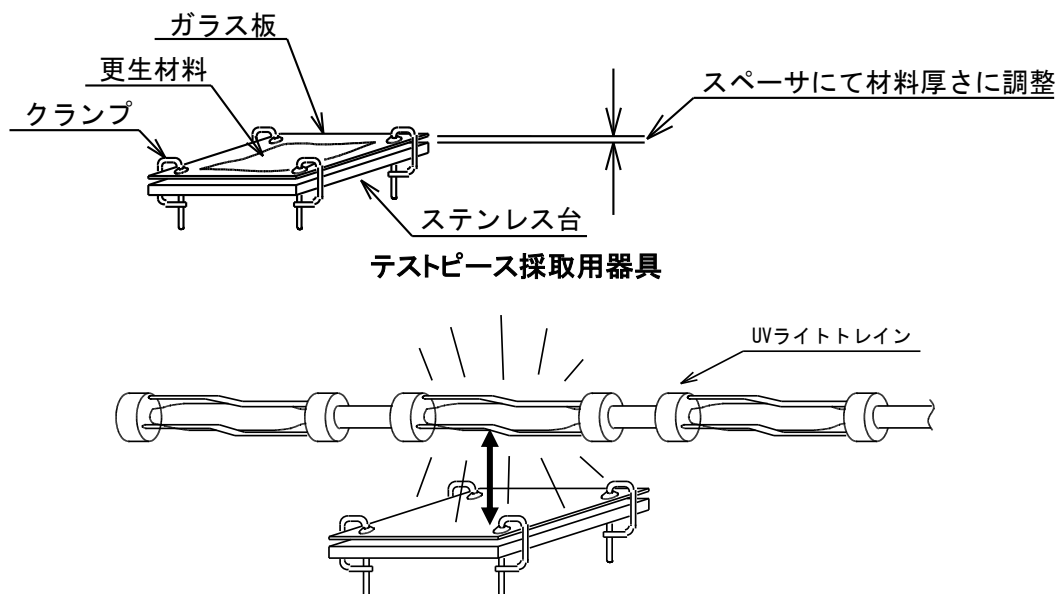
採取場所

施工に用いる更生材と同一ロットからテストピースを採取する。

採取方法

- ① 施工に用いる更生材と同一ロットから作成した未硬化の供試体作成用生材を、テストピース採取用器具のガラス板ではさみ、所定の厚さに調整する。

- ②UV ライトをガラス板上に置き、ライトと未硬化材料の距離を、実施工と同じ距離に調整する。
- ③UV ライトを点灯し、走行照射に要する時間と同一時間、照射を行う。
- ④硬化終了後、硬化した平板を取り出し、平板をつつむフィルムをはがしてからノギスで厚さを確認する。



ライトと生材の距離を実施工に合わせる

#### テストピース作成状況概要図

- ⑤メインライナーSおよびS IIは更生材の管軸方向、メインライナーLは円周方向から試験片を採取する。平板を作成する際に、短冊切断方向がわかるように明記する。
- ⑥試験片の加工を独自に行う場合には、試験時の载荷方向（試験片の表裏）を間違えないように注意する。試験時の载荷方向は管体に形成した場合の外周から管中心へ方向となる。この試験時の载荷方向を間違えると、正しい試験結果が得られなくなる。

#### (2) 施工後管口からの採取

##### 採取場所

マンホール管口から突出した更生管から採取する。

##### 採取方法

- ①管口から突出する更生管は、直線部分を長く取れるよう、予めできるだけ長めに突出するよう調整する。
- ②アウターフィルムの内側に溜まったエアは、硬化前に確実に抜く。
- ④化の際には十分な光を照射して硬化する。
- ⑤ 試体採取方向
- ⑥

更生管サンプルからの供試体採取方向

| 材 料 名        | 曲げ試験                           | 引張試験、圧縮試験 | 耐薬品性試験 |
|--------------|--------------------------------|-----------|--------|
| メインライナー-S、SⅡ | 管軸方向 (JIS K7171 : 1994)        | 管軸方向      | 方向なし   |
| メインライナー-L    | 管周方向 (EN ISO 178 13566-4:2002) | 管軸方向      | 方向なし   |

- ⑤サンプルの採取は、ライナーの未硬化部分を確実に切除して、なるべく大きい切片で採取する。
- ⑥サンプルを採取した場所がわかるように、マジック等で明記する。  
現場名、対象スパンの上流・下流、施工時の上部・下部、等。
- ⑦試験片の加工を独自に行う場合には、試験時の載荷方向（試験片の表裏）を間違えないように注意する。試験時の載荷方向は管体に形成した場合の外周から管中心へ方向となる。この試験時の載荷方向を間違えると、正しい試験結果が得られなくなる。

## 11. 出来形管理

共通項目参照。