

インシュフォーム工法

1. 工法概要

本技術は、管きょの大きさにあわせて筒状に縫製した不織布に、熱硬化性樹脂を含浸し、水圧若しくは空気圧にて既設管きょ内に反転、または引込みにて挿入後、温水あるいは蒸気にて樹脂を硬化させ、既設管内に新しい管きょを形成する工法である。ライニング材料は、ガラス繊維を使用しない「スタンダードライナー（Bタイプ、ノンスチレンタイプ）」と、ガラス繊維を使用した「ガラス強化ライナー」および「高強度ガラスライナー」の4種類があり、既設管の劣化・損傷度、流下能力への影響、住宅街などの住民への臭気対策、荷重条件などを考慮し、最適なライニング材料を選択する。

2. 適用範囲

(1) 反転工法

| 項目 | 適用範囲 | 備考 |
|----------|-----------------------------------|----------------------|
| 管種 | 鉄筋コンクリート管・陶管・鋼管・铸铁管・ コルゲート管 | |
| 管径 | 呼び径 150～1200（スタンダードライナー） | |
| | 呼び径 150～700（ガラス強化ライナー） | |
| 施工延長 | 標準 70 m | |
| 浸入水 | 水圧 0.08 MPa, 流量 2 ℓ/min で問題なく施工可能 | |
| 継手部屈曲 | 10° 程度まで問題なく施工可能 | |
| 継手部段差 | 30 mm 程度まで問題なく施工可能 | |
| 継手部横ずれ | 30 mm 程度まで問題なく施工可能 | |
| 継手部隙間 | 100 mm 程度まで問題なく施工可能 | |
| 管路内滞留水 | 100 mm の滞留水量でも問題なく施工可能 | φ 250・300 mm 既設管において |
| 建設技術審査証明 | 取得年度・・・2004年3月 更新年度・・・2017年3月 | |

(2) 形成工法

| 項目 | 適用範囲 | 備考 |
|----------|-----------------------------------|------------------|
| 管種 | 鉄筋コンクリート管・陶管・鋼管・铸铁管 | |
| 管径 | 呼び径 150～600（スタンダードライナー） | |
| | 呼び径 150～450（ガラス強化ライナー） | |
| | 呼び径 150～800（高強度ガラス強化ライナー） | |
| 施工延長 | 標準 50 m | |
| 浸入水 | 水圧 0.05 MPa, 流量 2 ℓ/min で問題なく施工可能 | |
| 継手部屈曲 | 10° 程度まで問題なく施工可能 | |
| 継手部段差 | 30 mm 程度まで問題なく施工可能 | |
| 継手部横ずれ | 30 mm 程度まで問題なく施工可能 | |
| 継手部隙間 | 100 mm 程度まで問題なく施工可能 | |
| 管路内滞留水 | 50 mm の滞留水量でも問題なく施工可能 | φ 450 mm 既設管において |
| 建設技術審査証明 | 取得年度・・・2007年7月 更新年度・・・2017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等については、工法協会、メーカーの仕様を確認する。

3. 使用材料の物性

(1) 使用材料の物性

| 名 称 | スタンダードライナー | | ガラス強化 ライナー | 高強度ガラス ライナー | |
|----------------------------|-------------------------|---------------|----------------------------------|----------------|------------|
| | Bタイプ | ノンスチレン タイプ | | | |
| 材料構成 | 不飽和ポリエステル, ポリエステル不織布 | | 不飽和ポリエステル, ガラス強化ポリ エステル不織布 | ガラス繊維 | |
| タイプ (仕様) | 標準仕様 | | ガラス強化仕様 | | |
| 基本物性 (N/mm ²) | | | | | |
| 項 目 | 性 能 | | 性 能 | | 備 考 |
| 短期曲げ強さ* | 50 | 40 | 75 | 140 | JIS K 7171 |
| 短期曲げ弾性係数* | 2,500 | 2,500 | 5,400 | 10,000 | |
| 長期曲げ強さ | — | | 27 | 100 | JIS K 7039 |
| 長期曲げ弾性係数 | 1,550 | 1,700 | 2,860 | 8,900 | JIS K 7035 |
| 耐薬品性 | 合格 | | JSWAS K-2 | 合格 | JSWAS K-2 |
| 耐摩耗性能 | 新管と同等以上 | | JIS A 1452 | 新管と同等以上 | JIS A 1452 |

※は、短期保証値

4. 施工前現場実測

共通項目参照。

5. 施工前管きょ内調査

共通項目参照。

6. 事前処理工

施工前管きょ内調査工の結果に基づき、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

完全にモルタル等の不要物が除去出来るよう、TVカメラ等で監視しながら作業を行う。

② 管内のモルタル、取付管突出、木根等の除去は、管内ロボットをもちいて、TVカメラで監視しながら行う。(既設管呼び径 800 未満)

③ 多量の浸入水の仮止水

少量の浸入水であれば、あらかじめプリライナーを挿入し、その内側に更生材を反転挿入し施工するが、更生材に悪影響をもたらすような多量の浸入水がある場合は、仮止水を行う。仮止水の方法については、パッカー注入、部分補修等による止水の方法を検討し、当該現場に最も適した方法で行う。

④ 管きょ内事前処理事前処理事業(既設管呼び径 800 以上)

管きょ内に人が入ってモルタル除去等の作業を行う場合は、必ず強制換気などの安全対策を行うとともに流下する下水の水量、流速等に充分注意して作業を行う。また、使用する機器は感電の恐れのない圧縮空気や高圧水をもちいたものを使用するようにする。

⑤マンホール内の事前処理作業

マンホール内に障害物等があり、施工治具等が設置できない場合は、除去して施工治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

(1) 反転工法（水圧仕様）

《反転挿入工》

水圧をもちいて、更生材料を管内に連続的に挿入し、既設管内壁面に押圧しながら反転挿入する。作業に当っては、所定の反転水頭高さ、反転速度で、可能な限りシワ等が発生しないように配慮する。

工程管理としては、反転水頭高さ、反転速度をデータシートに記録する。温度センサーは、両管口部上下入り口の更生材と既設管内壁面の間に設置する。

《反転挿入工 実施内容および留意点》

- ①反転挿入は、適正速度で行う。
- ②急激な水頭高さ（水圧）の上昇、下降がないよう十分に注意する。
- ③更生材料を取り扱う際には、材料を傷付けないよう十分に注意する。

《管径ごとの標準反転水頭高さ》

反転水頭高さ (M) = 係数 × t ÷ D

< t : ライナーバッグの厚み (mm) / D : ライナーバッグの口径 (mm) >

チップユニット使用の場合は、水頭高さを水圧に換算して圧力ゲージ等にて管理する。

《管径ごとの更生材料反転速度》

φ 450 mm 未満は、5 m/min 以下で行う。

φ 450 mm 以上は、2 m/min 以下で行う。

チップユニット使用（φ 150 mm～φ 450 mm）の場合は、10 m/min 以下で行う。

(2) 反転工法（空気圧仕様）

《反転挿入工》

空気圧をもちいて、更生材料を既設管内壁面に押圧しながら反転挿入する。

所定の空気圧、反転速度で、可能な限りシワ等が発生しないよう配慮して作業を行う。

空気圧、反転速度をデータシートに記録する。温度センサーは、両管口下部の更生材と既設管内壁面の間に設置する。

《反転挿入工 実施内容および留意点》

- ①反転挿入は、適正速度で行う。
- ②急激な空気圧の上昇、下降がないよう十分に注意する。
- ③更生材料の取り扱い時には傷付けないよう十分に注意する。
- ④摩擦抵抗を減らすために更生材に潤滑剤を十分に塗布する。

《管径ごとの標準反転空気圧》

反転圧力は、0.03 MPa～0.1 MPa 程度の既設管にフィットする圧力で行い 0.2 MPa を超えないように管理する。

《管径ごとの更生材料反転速度》

反転速度は、10 m/min 以下で行う。

(3) 形成工法

《引込み挿入工》

最初に、管きょ内にワイヤーロープ等を通線し、到達側より電動ウィンチを使用して更生材料を引込む。また必要に応じ、摩擦抵抗を軽減させるため、スライドシートをあらかじめ管きょ内に設置する。

所定の引込み速度を守り、可能な限り傷やシワ等の起因とならないように配慮して作業を行う。

引込み完了後、更生材の端部に拡張防止ライナーを装着し、施工治具等を持ちいて固定する。その後、空気圧等で拡張を行う。

引込み速度、拡張圧力をデータシートに記録する。温度センサーは、両管口下部の更生材と既設管内壁面の間に設置する。

《引込み挿入工 実施内容および留意点》

- ①引込み挿入は、適正速度で行う。
- ②拡張作業中は、急激な圧力上昇、圧力減衰がないよう十分に注意する。
- ③更生材料を取り扱う際には、材料を傷付けないよう十分に注意する。

《更生材料引込み速度》

引込み速度：10 m/min 以下で行う。

《更生材料拡張圧力》

拡張圧力は、更生材が既設管内径同程度までゆっくり加圧し、圧力安定後、既設管と更生材のフィット状態を確認しながら 0.03 MPa～0.1 MPa 程度にする。

屈曲部がある場合には、拡張時の放置時間を 30 分以上行い、更生材をよく広げる。

9. 硬化工

(1) 温水硬化

《硬化工(熱硬化)》

更生材料の硬化作業は、更生材料内の反転水を温水ボイラーを持ちいて加熱循環することにより行う。硬化時は、硬化時水頭高さを随時計測、データシートに記録する。また、温度センサーを温水ボイラー出入り口に設置し、温度測定は、連続的にチャート紙等を持ちいて行う。以上により、硬化時水頭高さ、硬化昇温時間、硬化養生温度、冷却養生時間等の管理等を行う。

《硬化工(熱硬化) 実施内容および留意点》

- ①適正な水頭高さ（圧力）、硬化昇温時間、硬化養生温度および養生時間を守る。
- ②到達側マンホール上部に脱臭装置・送風機等を設置する。
- ③上流側と下流側管口上下の更生材と既設管内壁面の間に設置した温度センサーにて硬化開始から終了までの硬化温度推移を連続的に測定し、チャート紙、データシート等に記録する。

- ④冷却作業時は、火傷に充分注意して、管理水温が規定の水温に下がっていることを随時確認する。

《管径ごとの標準硬化時水頭高さ》

硬化時水頭高さ (M) = 係数 × t ÷ D

< t : ライナーバッグの厚み (mm) / D : ライナーバッグの口径 (mm) >

チップユニット使用の場合は、水頭高さを水圧に換算して圧力ゲージ等にて管理する。

《管径ごとの硬化昇温時間、硬化養生温度および養生時間》

硬化昇温時間、硬化養生温度および養生時間は、材料厚み、使用する樹脂によって異なるため、各設計条件に合わせて作成した施工計画書に明記された管理速度、硬化養生温度および養生時間を前提とする。50℃からの硬化温度上昇にあたっては、管内の温水の温度が、安定したことを確認してから硬化昇温作業を行うものとする。(表 1-1・図 1-1 参照)

《冷却養生管理》

管内水の循環および、排水を繰り返しながら冷却温度速度上限内で、給水を行い温水ボイラーの温度センサーで、水温が 40℃以下になるまで、冷却を行う。(表 1-1・図 1-1 参照)

表 1-1 硬化養生温度と時間

| ライナー厚み (mm) | 50℃～80℃ の昇温時間 | 硬化養生温度 80℃以上 | 冷却温度速度 (℃/hr) |
|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| 3.0 ≤ t ≤ 6.0 | 0.5 hr 以上 | 1.0 hr 以上 | ≤ 40 |
| 6.0 < t ≤ 10.5 | 0.5 hr 以上 | 1.0 hr 以上 | ≤ 40 |
| 10.5 < t ≤ 18.0 | 1.0 hr 以上 | 1.5 hr 以上 | ≤ 30 |
| 18.0 < t ≤ 27.0 | 1.5 hr 以上 | 2.0 hr 以上 | ≤ 20 |
| 27.0 < t ≤ 40.0 | 1.5 hr 以上 | 2.0 hr 以上 | ≤ 20 |

※ にじみ程度の浸入水まで対応可能。

※ 昇温時間の管理は、到達側の排水する更生管内の水温が 50℃になっていることを確認してから行う。冷却速度は、決められた管理速度の勾配にて行うこと。

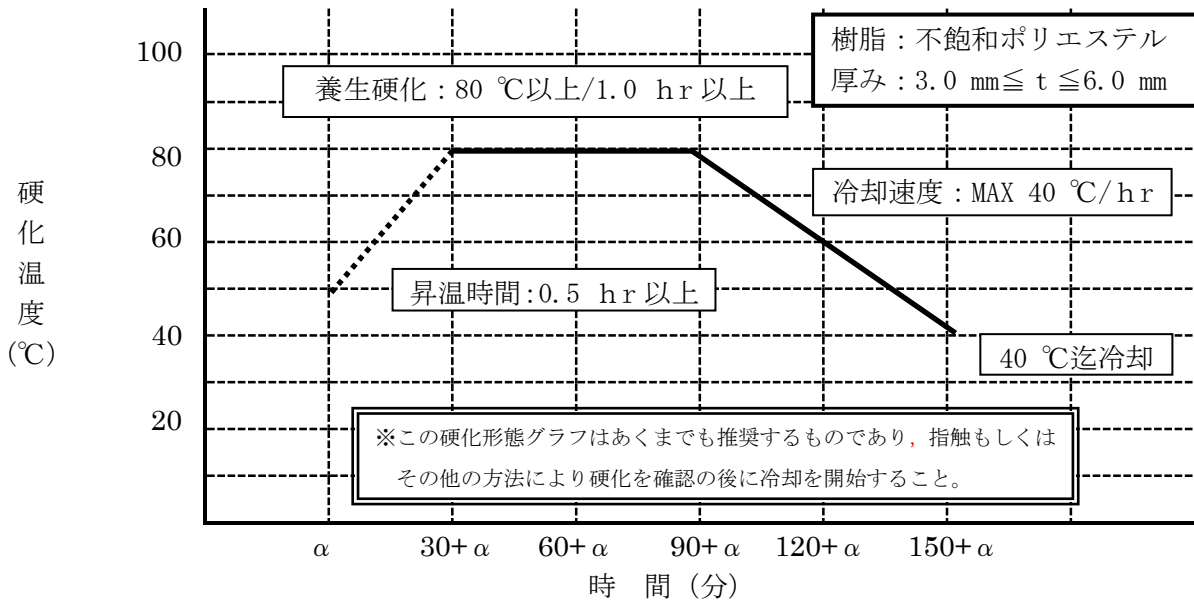


図 1 - 1 INS 樹脂の硬化形態グラフ (例：3.0mm ≤ t ≤ 6.0mm の場合)

(2) 蒸気硬化

《硬化工(熱硬化)》

更生材料の硬化作業は、更生材料内に蒸気ボイラーをもちいて蒸気を投入することにより行う。硬化時、圧力を随時計測、データシートに記録し、温度センサーを両管口の下部の更生材と既設管内壁面に設置し、温度測定は、連続的にチャート紙等を持ちいて行う。以上により、硬化時圧力、硬化養生温度、硬化時間および冷却養生時間の管理等を行う。

《硬化工(熱硬化) 実施内容および留意点》

- ①適正な圧力、硬化養生温度および養生時間を守る。
- ②到達側マンホール上部に脱臭装置・送風機等を設置する。
- ③到達側の排気口にはサイレンサーを接続する。
- ④上流側または下流側管口上下のうち一箇所以上、更生材と既設管内壁面の間に設置した温度センサーで硬化開始から終了までの温度管理を連続的に測定し、チャート紙、データシート等に記録する。
- ⑤冷却作業時は、火傷に充分注意して、既設管内壁面温度が、規定の温度に下がっていることを随時確認する。

《標準硬化時圧力》

硬化時の圧力は、既設管と更生材のフィット状態を確認し、0.03 MPa～0.1 MPa 程度の圧力で行い0.2 MPa を超えないように管理する。

《硬化養生温度および養生時間》

硬化養生温度および養生時間は、引込み、拡径完了状態で、両管口の下部の更生管と既設管内壁面に設置した温度センサーで温度を測定し、更生管入り口側蒸気温度 75～95 °C を保持する。既設管内壁面温度が、55 °C 以上の確認が取れたら蒸気温度を 95～125 °C に上昇させ決められた時間の硬化養生を行う。(表 1 - 2)

高強度ガラスライナーの場合は、50 °C から段階的に蒸気を投入し、排気温度 70 °C 以

上、30 分以上を確認したのち、投入温度を 100 °C 以上に上げ、既設管内壁面温度が 55°C 以上を確認後、30 分以上保持する。(表 1-3)

《冷却養生管理》

スタンダードBタイプ、ノンスチレンタイプの場合は、硬化養生完了後、蒸気を止め空気を投入し、既設管内壁面温度が 55 °C になるまで下げる。冷却養生作業は、15 分以上行う。(表 1-2)

高強度ガラスライナーの場合は、硬化養生完了後、蒸気を止め空気を投入し、冷却養生作業は、15 分以上行い、既設管内壁面温度が 55 °C 以下になっていることを確認する。(表 1-3)

表 1-2 スタンダードBタイプおよびノンスチレンタイプの硬化養生温度と時間
(延長 50m までに適用)

| 硬化養生時間 (蒸気投入時間) | | 冷却時間と温度 |
|-----------------|----------------------|---------------------------------|
| ライナー厚み (mm) | 既設管内壁面温度が 55 °C 以上確認 | |
| 3.0 ≤ t ≤ 7.5 | 0.5 hr 以上 | 既設管内壁面温度 55 °C まで下げる (15 分以上行う) |
| 7.5 < t ≤ 13.5 | 1.0 hr 以上 | |
| 13.5 < t ≤ 24.0 | 1.5 hr 以上 | |
| t > 24.0 | 2.0 hr 以上 | |

- ※ 浸入水等で既設管内壁面温度が 55 °C まで上昇しない場合、5 °C 下がる毎に硬化養生時間を 0.5 時間延長する。
- ※ 表記は、管路にたるみ等が無い状態での硬化養生時間。
- ※ 管路にたるみがある場合は確認温度を 1 時間以上加算する。
- ※ 屈曲部がある場合は、硬化養生時の養生時圧力を 50 % 増しで行い、既設管によくフィットさせる。

表 1-3 高強度ガラスライナーの硬化養生温度と時間 (延長 50m までに適用)

| 硬化養生時間 (排気温度と蒸気投入時間) | | | 冷却時間と温度 |
|---|---|---------------------------|------------------------------------|
| 蒸気投入温度 50°C × 20 分, 65°C × 20 分, 75°C × 10 分 | 段階的に温度を上げた蒸気投入 | 100 °C 以上の蒸気投入 | |
| 排気温度 70°C 以上, 30 分以上 | → | 既設管内壁面温度 55°C 確認後, 30 分以上 | 15 分以上行う (既設管内壁面温度が 55 °C 以下を確認する) |
| 排気温度 70 °C 以下 | 80°C, 85°C 蒸気投入, 排気温度 70 °C 以上確認後, 30 分以上 | | |

- ※ 浸入水等で既設管内壁面温度が 55 °C まで上昇しない場合、5 °C 下がるごとに硬化養生時間を 0.5 時間延長する。
- ※ 表記は、管路にたるみ等が無い状態での硬化養生時間。
- ※ 浸入水、管路にたるみがある場合は 100 °C 以上の硬化養生時間を 1 時間以上加算する。
- ※ 屈曲部がある場合は、1 次硬化養生時の養生時圧力を 50 % 増しで行い、既設管によくフィットさせる。

10. インナーフィルム除去工

高強度ガラスライナーの場合は、硬化工完了後に、更生管内面のインナーフィルムの除去作業を行う。

《インナーフィルム除去工 実施内容および留意点》

除去手順：

- ①あらかじめインナーフィルム内に通線されている除去用ロープをインナーフィルム端部に結び、固定する。
- ②逆側の管口より、除去用ロープを牽引し、インナーフィルムを捲り剥がす。

11. 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。

テストピースは施工にもちいた更生材料と同一ロットの材料とする。

《性能試験用テストピース採取(温水硬化) 実施内容および留意点》

採取場所・・・施工にもちいる更生材と同一ロットから硬化させたモールド板より採取。

硬化手順：

- ①更生材料の余長から同じ厚さ分、事前に切り出したフェルトに（最低6 mm 厚み）、実際施工用に使用した樹脂を含浸させた硬化前のモールドをテストピース採取用治具（図1-2 参照）に入れ、固定する。
- ②現場にて反転挿入工完了後または、引込み挿入工完了後、施工スパンと同条件で硬化養生する。
- ③施工現場と同条件で冷却養生を行う。
- ④硬化したモールド板を採取治具から取り出し、目視で表面状態を確認し、ノギス等で厚さを確認する。

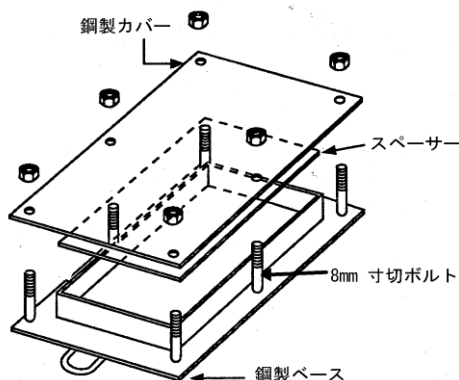


図1-2 テストピース採取用治具（例）

《性能試験用テストピース採取(蒸気硬化) 実施内容および留意点》

採取場所・・・施工にもちいる更生材と同一ロットから硬化させたモールド板より採取。

硬化手順：

- ①更生材料の余長から同じ厚さ分、事前に切り出したフェルトに（最低6 mm 厚み）、実際施工用に使用した樹脂を含浸させた硬化前のモールドを蒸気用テストピース採取用治具（図1-3 参照）に入れ、固定する。

- ②現場にて反転挿入工または、引込み挿入工完了後、蒸気ボイラーと更生材に接続した治具等の中に蒸気用テストピース採用治具を接続し、施工スパンと同条件で加熱養生硬化する。
- ③施工現場と同条件で冷却養生を行う。
- ④硬化したモールド板を蒸気用採取治具から取り出し、目視で表面状態を確認し、ノギス等で厚さを確認する。

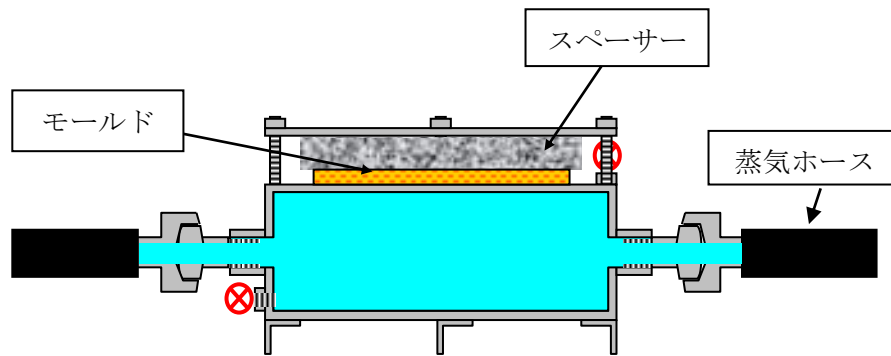


図 1 - 3 蒸気用テストピース採取用治具 (例)

12. 出来形管理

共通項目参照。