

インシュフォーム工法

1. 工法概要

本技術は、管きよ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よ内に反転、又は引込みにて挿入後、温水或いは蒸気にて樹脂を硬化させ、既設管内に新しい管きよ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」と、ガラス繊維を使用した「ガラス強化ライナー」の２種類があり、既設管の劣化・損傷度、流下能力への影響、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・鋳鉄管・ コルゲート管	
管径	呼び径 150～1,200 (スタンダードライナー)	
	呼び径 150～700 (ガラス強化ライナー)	
浸入水	水圧 0.08MPa, 流量 20/分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	30mm 程度まで問題なく施工可能	
継手部隙間	100mm 程度まで問題なく施工可能	
滞留水	100mm の滞水量でも問題なく施工可能	φ 250・300mm 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・・・2009 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・鋳鉄管	
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)	
浸入水	水圧 0.05MPa, 流量 20/分で問題なく施工可能	
継手部屈曲	5° 程度まで問題なく施工可能	
継手部段差	30mm 程度まで問題なく施工可能	
継手部隙間	100mm 程度まで問題なく施工可能	
滞留水	50mm の滞水量でも問題なく施工可能	φ 450mm 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・・・2009 年 3 月	

建設技術審査証明以外の適用範囲及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

名 称	スタンダードライナー		ガラス強化ライナー	
材 料 構 成				
項 目	材 質			備 考
硬化性樹脂	不飽和ポリエステル		不飽和ポリエステル	
樹脂含浸用基材	ポリエステル不織布		ガラス強化ポリエステルフェルト	
内面フィルム	ポリエチレン・ポリプロピレン		ポリエチレン・ポリプロピレン	
外面フィルム	ポリエチレン・ポリプロピレン		ポリエチレン・ポリプロピレン	
				含浸用基材と一体構造
				施工法や施工条件の違いにより使用しない場合もある。
基 本 物 性				
タイプ (仕様)	標準仕様		ガラス強化仕様	
項 目	性 能	備 考	性 能	備 考
短期曲げ強度	50N/mm ² ※-1	JIS K 7171	75N/mm ² ※-1	JIS K 7171
短期曲げ弾性係数	2,500N/mm ² ※-1		5,400N/mm ² ※-1	
長期曲げ強度	—————		27N/mm ²	JIS K 7039
長期曲げ弾性係数	1,550N/mm ²	JIS K 7116	2,860N/mm ²	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 K 7024	新管と同等以上	JIS K 7024
水密性	合格	JSWAS K-2	合格	JSWAS K-2
耐ストレーンコーション性	—————		合格	JIS K 7034
耐劣化性	合格	JIS K 7116	—————	
成形後収縮性	形成後 2.5 時間以内に収縮がなく安定する	軸方向長と周方向長を計測確認	—————	
短期引張強度	20N/mm ² ※-2	JIS K 7161	30N/mm ² ※-3	JIS K 7161
短期引張弾性係数	2,200N/mm ² ※-2	JIS K 7161	2,500N/mm ² ※-3	JIS K 7161
短期圧縮強度	60N/mm ² ※-2	JIS K 7181	60N/mm ² ※-3	JIS K 7181
短期圧縮弾性係数	2,500N/mm ² ※-2	JIS K 7181	2,500N/mm ² ※-3	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（耐震検討に用いる）

※-3：現段階では審査証明対象外、公的機関での物性確認のみ（耐震検討に用いる）

更生管のサンプル試験による物性				
名 称	スタンダードライナー		ガラス強化ライナー	
項 目	性 能	備 考	性 能	備 考
曲げ強度	40N/mm ²	JIS K 7171	—————	
曲げ弾性係数	2,000N/mm ²		—————	

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。
施工に支障を来た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・実施内容及び留意点》

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、取付け管突出、木根等の除去は、管内ロボットを用いて、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

多少の浸入水であれば、予めプライナーを挿入し、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作業(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用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有り、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. 更生材料の反転挿入工

(1) 反転工法(水圧仕様)

《反転挿入工》

水圧を用いて、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。作業に当たっては、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 実施内容及び留意点》

- ①反転挿入は、適正速度以内で行う。
- 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。

《管径毎の標準反転水頭高さ》

反転水頭高さ（M）＝係数×t÷D

< t：ライナーバックの厚み（mm） / D：ライナーバックの口径（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。

《管径毎の更生材料反転速度》

- φ450 mm 未満は、5m/min 以下で行う。
- φ450 mm 以上は、2m/min 以下で行う。
- チップユニット使用（φ150 mm ~ φ450 mm）の場合は、10m/min 以下で行う。

（2）反転工法（空気圧仕様）

《反転挿入工》

空気圧を用いて、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に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、到達側の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 実施内容及び留意点》

- ①反転挿入は、適正速度以内で行う。
- 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充分塗布する。

《管径毎の標準反転空気圧》

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

《管径毎の更生材料反転速度》

反転速度は、10m/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。

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、更生材の端部は、施工冶具等を用いて固定し、空気圧等で拡径を行う。

引込み速度、拡径圧力をデータシートに記録する。温度センサーは、到達側の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 実施内容及び留意点》

- ①引込み挿入は、適正速度以内で行う。
- ②拡径作業中は、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》

最大引込み速度：10m/min 以下で行う。

《更生材料拡径圧力》

拡径圧力は、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 0.03MPa～0.1MPa 程度にする。

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は、温水ボイラーを用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用いて行う。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) 実施内容及び留意点》

- 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設置した温度センサーから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。

《管径毎の標準硬化時水頭高さ》

硬化時水頭高さ (M) = 係数 × t ÷ D

< t : ライナーバックの厚み (mm) / D : ライナーバックの口径 (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。

《管径毎の硬化昇温時間、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・図-1 参照)

《冷却養生管理》

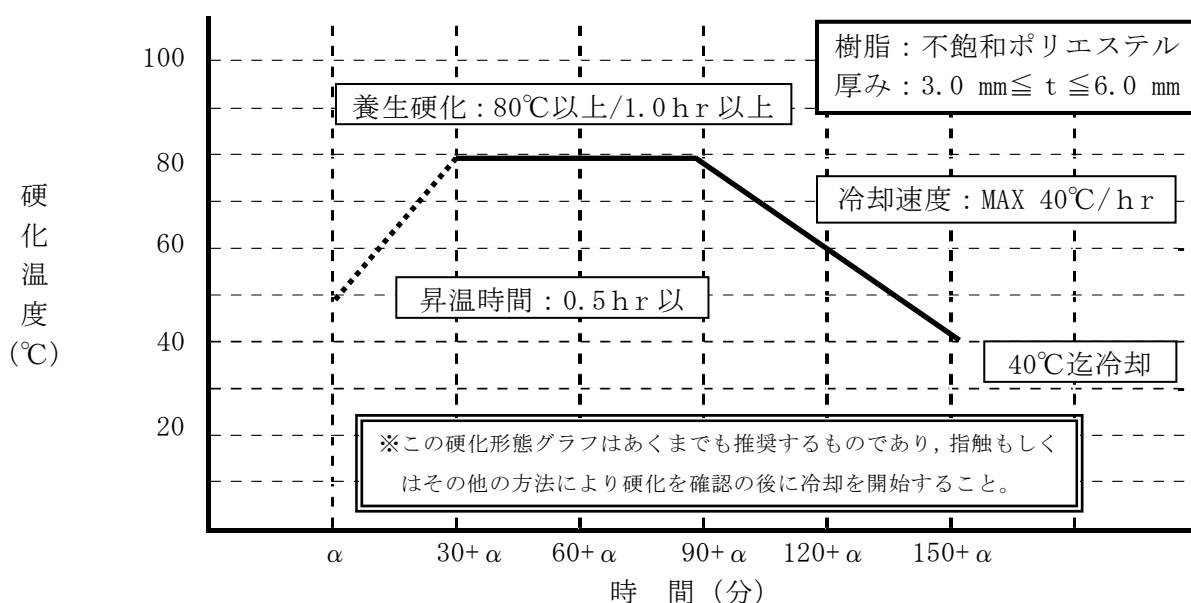
管内水の循環および、排水を繰り返しながら冷却温度速度上限内で、給水を行い温水ボイラーの温度センサーで、水温が 40℃以下になるまで、冷却を行う。(表-1・図-1 参照)

表－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)
$3.0 \leq t \leq 6.0$	0.5 hr 以上	1.0 hr 以上	≤ 40
$6.0 < t \leq 10.5$	0.5 hr 以上	1.0 hr 以上	≤ 40
$10.5 < t \leq 18.0$	1.0 hr 以上	1.5 hr 以上	≤ 30
$18.0 < t \leq 27.0$	1.5 hr 以上	2.0 hr 以上	≤ 20
$27.0 < t \leq 40.0$	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 INS樹脂の硬化形態グラフ (例： $3.0 \text{ mm} \leq t \leq 6.0 \text{ mm}$ 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用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、温度センサーを到達側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用いて行う。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) 実施内容及び留意点》

- 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、0.03MPa～0.1MPa程度の圧力で行い0.2MPa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、到達側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℃を保持する。既設管内壁面温度が、55℃以上の確認が取れたら蒸気温度を95～125℃に上昇させ決められた養生時間を行う。(表－2)

《冷却養生管理》

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℃になるまで下げる。冷却養生作業は、最低でも15分以上行う。(表－2)

表－2 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℃以上確認	
$3.0 \leq t \leq 7.5$	0.5hr 以上	既設管内壁面温度 55℃まで下げる (最低 15 分以上行う)
$7.5 < t \leq 13.5$	1.0hr 以上	
$13.5 < t \leq 24.0$	1.5hr 以上	
$t > 24.0$	2.0hr 以上	

- ※ 浸入水等で既設管内壁面温度が55℃まで上昇しない場合、5℃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。

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。
テストピースは施工に用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) 実施内容及び留意点》

採取場所・・・施工に用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6mm厚み）、実際施工用に使用した樹脂を含浸させた未硬化のモールドをテストピース採取用ジグ（図－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ジグから取り出し、目視で表面状態を確認し、ノギス等で厚さを確認する。

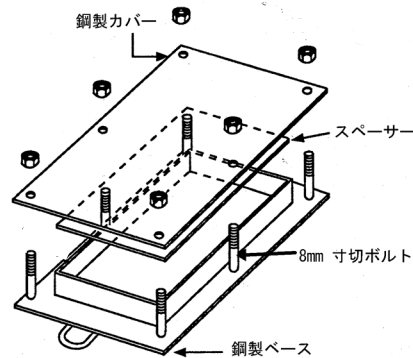


図-2 テストピース採取用ジグ（例）

《性能試験用テストピース採取(蒸気硬化) 実施内容及び留意点》

採取場所…施工に用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未硬化のモールドを蒸気用テストピース採取用ジグ（図-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ジグ等の間に蒸気用テストピース採取用ジグを接続し、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ジグから取り出し、目視で表面状態を、厚さをノギス等で確認する。

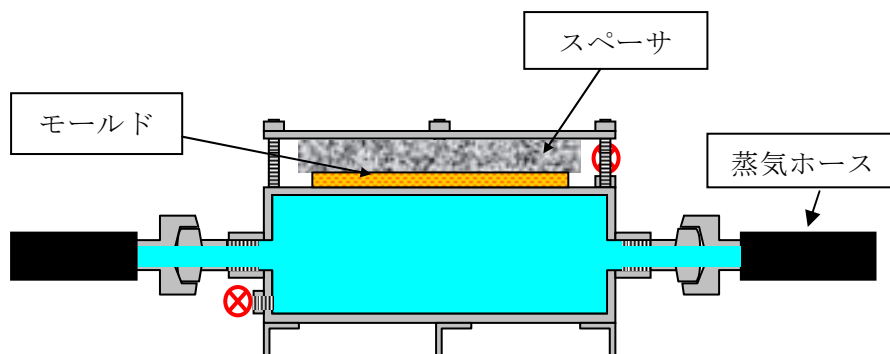


図-3 蒸気用テストピース採取用ジグ（例）

11. 出来形管理

共通項目参照。