

FFT-S工法

1. 工法概要

FFT-S工法は、損傷や腐食した既設管きょ内部にFRPパイプを構築する非開削更生工法である。更生材（樹脂含浸ガラスライナー）は、耐酸ガラス繊維等をサンドイッチ構造に貼り合わせた材料に、熱硬化性の樹脂を含浸させたものである。

施工は、更生材の保護と牽引力の低減を目的としたスリップシートを既設管きょ内に引き込んだのち、更生材を引き込み空気圧で拡張させた後、蒸気と空気を混合させた熱風を供給しながら硬化させ、FRPパイプを構築する。

更生材は用途に応じ使い分けることが可能である。

- ①主に自立管用として強度を必要とする際に用いるGタイプ
- ②主に防食や止水等を目的に適度な強度を必要とする際に用いるLタイプ
- ③自立管かつ施工時間短縮を図りたい際に用いるHタイプ

2. 適用範囲

項目	適用範囲		備考
タイプ	Gタイプ・Lタイプ	Hタイプ	
管種	鉄筋コンクリート管, 陶管, 鋼管, 鋳鉄管, 塩ビ管		
管径	φ150mm～φ800mm		
施工延長	φ150～φ700:100m φ800:80m	φ150～φ800:100m	中間マンホールを含む連続区間の施工が可能
段差	30mm以下		
曲がり	10°以下		
継手隙間	110mm以下		
浸入水	2L/分, 0.05MPa (施工中の増量を考慮し原則止水が望ましい)		
滞留水	100mm以下		
建設技術審査証明	取得年度:1998年3月 変更年度:2019年3月	取得年度:2023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	FFT-S工法 樹脂含浸ガラスライナー	
材料構成	硬化性樹脂	不飽和ポリエステル樹脂
	樹脂含浸用基材	有機繊維:ポリエステル不織布
		ガラス繊維:耐酸性ガラスマット
	内面コーティングフィルム	ポリアミド, ポリエチレン複合(硬化後除去)
外面保護フィルム	ポリアミド, ポリエチレン複合	

基本物性				
項目	Gタイプ	Lタイプ	Hタイプ	備考
短期曲げ強さ(平板)	140 MPa	60 MPa	140 MPa	JIS K7171
短期曲げ弾性率(平板)	7,000 MPa	4,000 MPa	5,000 MPa	JIS K7171
長期曲げ強さ	66 MPa	47 MPa	100 MPa	JIS K7039
長期曲げ弾性率	5,170 MPa	2,540 MPa	16,800 MPa	JIS K7035
短期引張強さ(平板)	80 MPa	40 MPa	100 MPa	JIS K7161
短期引張弾性率(平板)	6,000 MPa	4,000 MPa	4,000 MPa	JIS K7161
短期圧縮強さ(平板)	60 MPa	40 MPa	80 MPa	JIS K7181
短期圧縮弾性率(平板)	4,000 MPa	2,000 MPa	4,000 MPa	JIS K7181
耐薬品性	合格	合格	—	JSWAS K-2
	合格	—	合格	浸漬後曲げ試験
耐摩耗性	塩ビと同等以上	塩ビと同等以上	塩ビと同等以上	JIS A1452
耐ストレインコージション性	合格	合格	合格	JIS K7034
水密性	0.1 MPa	0.1 MPa	0.1 MPa	JSWAS K-2
成形後収縮性	成形後 4 時間以内に収縮がなく安定	成形後 4 時間以内に収縮がなく安定	成形後 4 時間以内に収縮がなく安定	軸方向と周方向の計測確認
既設管への追従性	1.5%の引張り 1° の屈曲 0.1 MPa	—	1.5%の引張り 1° の屈曲 0.1 MPa	協会法
塩ビ管への適用性	合格	合格	合格	協会法

更生管のサンプル試験による物性(管軸方向)				
項目	Gタイプ	Lタイプ	Hタイプ	備考
短期曲げ強さ	140 MPa	60 MPa	100 MPa	JIS K7171
短期曲げ弾性率	7,000 MPa	4,000 MPa	4,000 MPa	JIS K7171
短期引張強さ	80 MPa	40 MPa	60 MPa	JIS K7161
短期引張弾性率	6,000 MPa	4,000 MPa	3,000 MPa	JIS K7161
短期圧縮強さ	60 MPa	40 MPa	50 MPa	JIS K7181
短期圧縮弾性率	4,000 MPa	2,000 MPa	3,000 MPa	JIS K7181

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》

- ①TVカメラで監視しながら、高圧洗浄水や穿孔機で、モルタル、取付管突き出し、木根等を除去する。
- ②浸入水の仮止水(0.05MPa や 2ℓ/分以上が想定される場合)
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。
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。
- ③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. 更生材の挿入工

《引込工》

管きょ内にロープ等を通線し、スリップシートの引き込みを行う。
次に、管きょ内にワイヤロープ等を通線し、更生材の引き込みを行う。
更生材の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損傷を与えないように充分留意する。
なお、中間マンホールがある場合は、保護ジャケットを通過時に被せる。

《引込作業・実施内容及び留意点》

管径毎の標準的な更生材引込速度

φ150mm～φ300mm・・・	3m/分程度	最大 5m/分
φ350mm～φ550mm・・・	2m/分程度	最大 5m/分
φ600mm～φ800mm・・・	1m/分程度	最大 5m/分

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更生材のネジレ防止

更生材のネジレ防止にスィベルジョイント(より戻し)等を用いる。

③スリップシートの設置

更生材引き込みに先立って、損傷防止と引込力軽減のため、既設管内にスリップシートを設置する。状況により、ライナーと同時に引き込むこともできる。

④更生材の損傷防止策

マンホール口環、管口に更生材保護のための養生を施す。

更生材端部養生は、更生材が損傷しないように保護ジャケット等を被せる。

また、更生材の取り扱い時には損傷しないよう十分に注意する。

9. 硬化工

引込終了後、更生材端部を施工治具(プラグ)に固定し、空気圧で拡径を行う。

拡径は更生材厚が均一になるよう、また、更生材に負荷がかからないように配慮し、段階的な昇圧を行う。

更生材の硬化管理は、更生材内圧力管理、温度管理、時間管理、冷却養生時間管理等を行う。

《プラグ装着・実施内容及び留意点》

更生材に施工治具(プラグ)を装着する際に、更生材内面にあるインナーfoilを損傷しないよう注意をする。

《拡径および硬化圧力管理・実施内容及び留意点》

管径毎の拡径標準圧力

φ 150mm～φ 230mm・・・0.060MPa

φ 250mm～φ 500mm・・・0.045～0.055MPa

φ 520mm～φ 800mm・・・0.030～0.040MPa

但し、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拡径速度は、0.01MPa/分以下で管径毎の標準圧力まで、昇圧する。

②拡径時に更生材に異常が無いことを目視にて確認する。

③急激な圧力上昇、圧力減衰がないよう十分に注意し、硬化中は標準圧力を維持する。

計測した圧力、昇圧時間を硬化管理チャートに連続的に記録する。

《硬化温度管理・実施内容及び留意点》

標準的な硬化時間と温度

①昇温

蒸気流入側の温度を上げ、70～95℃とする。蒸気流出側温度が70℃に到達するまで待つ。

②前硬化・後硬化

蒸気流出側温度が70℃に達した後、前硬化時間を計測する。前硬化時間が経過した後、蒸気流入側温度をさらに上げ105～125℃とし、後硬化を行なう。後硬化も時間の計測は蒸気流出側温度が105℃に達した後とする。蒸気流出側の上限はない。

既設管界面の更生材温度が、前硬化・後硬化の間に一度でも50℃を上回ることを確認する。

③硬化時間

前硬化・後硬化時間は、更生材の呼び厚により、次の時間を標準とする。

	Gタイプ・Lタイプ		Hタイプ	
	前硬化	後硬化	前硬化	後硬化
4 mm	60 分	60 分	60 分	60 分
6 mm		90 分		
8 mm		120 分		

④温度・圧力の計測位置

温度・圧力の計測位置は、蒸気流入流出側の2箇所とする。既設管界面温度については、必要に応じて蒸気流出側の更生材温度を計測する。

⑤冷却

硬化完了後、蒸気の供給を止め、圧縮空気を連続的に送ることにより冷却を行う。Gタイプ・Lタイプの冷却時間は、15分以上、または流出側60℃以下到達まで行う。Hタイプの冷却時間は、10分以上、かつ70℃以下到達で行う。

⑥温度圧力の記録

硬化開始から冷却完了まで温度と圧力を連続的にモニタリングし、チャート紙に記録する。

詳細については、メーカーの仕様を確認する。

10. しゅん工事の品質確認試験用試験片採取

ガイドライン2017年版に準じて硬化作業の完了後に完成品に対する品質確認を行うための試験片を採取する。採取はマンホール等へ突出した部分からJIS K7171-1994に規定する寸法に機械加工を行う。採取が不可能な場合には、別途平板による試験片の採取とするが、発注者と協議の上、決定する。

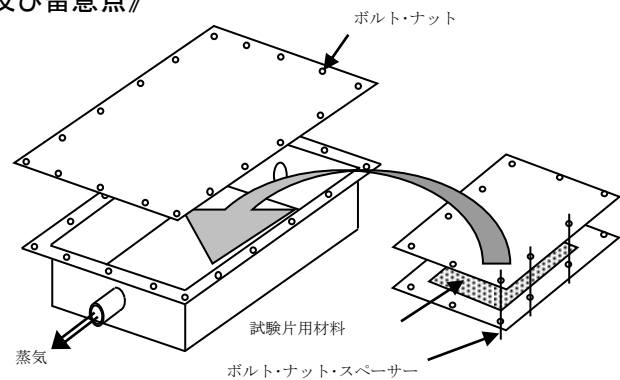
《しゅん工事の品質試験用試験片採取・実施内容及び留意点》

・採取方法

- ①平板試験片材料を参考図の治具にセットする。
- ②施工と同一条件とするため、施工時の蒸気流出側経路末端に設置する。

・採取時の留意点

- ①平板試験片の管厚に応じたスペーサーを用いてセットする。
- ②試験内容に応じて試験片材料の枚数を決定する。



※FFT-S工法Gタイプは、(公社)日本下水道協会認定工場制度の工場製品となっており、工場検査証明書類を提出することにより、しゅん工時の耐薬品性試験、引張性能試験、圧縮性能試験の実施を免除することができる

11. 出来形管理

共通項目参照