

管更生工法の品質管理 に関する共同研究

1. 研究の目的

管更生工法は、使用材料や施工方法が多種多様化し、技術開発、施工実績とも目覚ましいものがあり、平成15年度末までに、20を超える更生技術が当財団で審査証明されている。

さらに、平成13年6月発行の「管更生の手引き(案)」では、更生管の設計および施工管理についての標準的な考え方が示された。

しかし、更生工法のいずれの工法も、工場生産された二次製品を敷設する開削工法や推進工法とは異なり、施工現場での硬化、形成、裏込め充填等の工程があり、出来形や品質を安定的に維持するためには、施工管理や品質管理に十分留意する必要がある。

また、既設下水道管きよの更生工法を実施している各自治体から各種工法を包括する統一的な施工および品質管理に関するマニュアル整備への要望が高まっていることから、各自治体における更生工法の施工および品質管理手法を調査し、更生材の製造企業や施工現場の実態を調査した上で、施工管理、品質管理に関する統一的な仕様をまとめることを目的とする。

2. 研究体制

本研究は、(財)下水道新技術推進機構と、旭テック(株)、芦森エンジニアリング(株)、芦森工業(株)、(株)大阪防水建設社、管水工業(株)、(株)クボ

タ、ゴーセイインター(株)、シームレスライナー(株)、(株)湘南合成樹脂製作所、新日本製鐵(株)、積水化学工業(株)、タキロン(株)の13者での共同研究で実施する。

3. 技術資料の概要

本技術資料は、更生管の必要性能を明確にし、施工管理、品質管理に関する統一的な仕様をまとめたものである。

図-1に研究フローを示す。

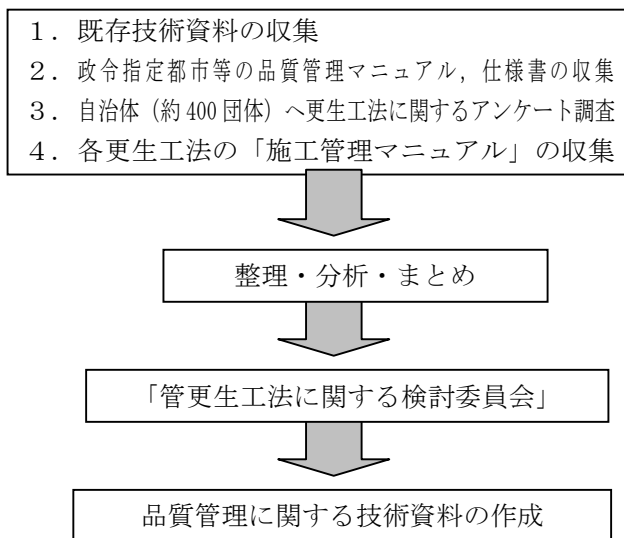


図-1 研究フロー

4. 適用範囲

本技術資料は、既設下水道管きよの更生工法（鞘管工法は除く）の施工、品質管理に適用するための

ものである。

本技術資料で取り扱う更生工法を表-1に示す。

表-1 更生工法の分類

構造分類	機能分類	工法分類	管の形成方法	工 法 名
単独管構造	自立管	反転工法	熱硬化	ICPブリース工法/同G工法
				SDライナー工法
				インシチュフォーム工法
				オールライナーi工法
				グロー工法
	二層構造管	形成工法	熱硬化	ホースライニング工法
				インパイプ工法
			熱形成	EX工法
				オメガライナー工法
				FFT-S工法
複合管構造	複合管	製管工法	オールライナー工法/同Z工法	
			熱硬化	パルテムHL-E工法
			パルテムSZ工法	
			光硬化	パルテムフローリング工法
			シームレスシステム工法	
			SPR工法	
			ダンビー工法	
			パルテムフローリング工法	
			ICPブリース複合管工法	

※ただし、適用管径・適用管種等の詳細については各工法によって異なる

5. 管きよ更生工法の概要

管きよ更生工法の概要として、管更生工法の標準的な施工フローや更生工法の分類および求められる機能および効果について取りまとめた。

5.1 管更生の標準フロー

管更生工法の標準的な施工フローを図-2に示す。

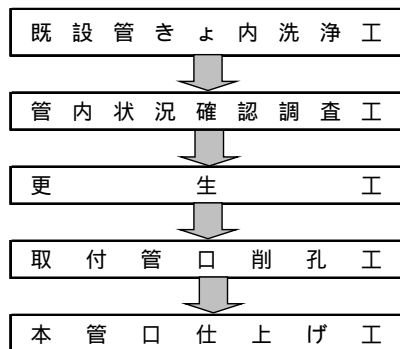


図-2 管更生工法の標準的な施工フロー

5.2 更生工法の分類

本技術資料では、更生工法を形成方法別に次の5タイプに分類した。

- 熱硬化タイプ (反転工法, 形成工法)

- 光硬化タイプ (反転工法, 形成工法)
- 熱形成タイプ (形成工法)
- 嵌合製管タイプ (製管工法)
- 熱硬化製管タイプ (製管工法)

5.3 更生管に求められる機能および効果

1) 更生管に求められる機能

本技術資料では、更生管に求められる主な機能として、下記の4項目を挙げた。

- ① 構造物としての強度
- ② 耐久性
- ③ 流下能
- ④ 管きよとしての水密性

2) 更生工法の導入効果

更生工法を導入することにより期待される効果について整理した。効果としては以下のとおりである。

- ① 管路の性能向上
- ② 開削工法に対する優位性

6. 管更生材の品質管理

管更生材の品質管理としては、施工前の更生材料の製造管理や品質確認等について、また、更生材の保管および搬送・搬入について記述した。

6.1 更生材（施工前）の品質確認

更生材の品質確認は、適正な管理下で製造されたことを証明する資料に基づいて行うものとし、更生材の構成要素、材質、受入検査項目や製造証明書の

管理項目および管理内容について記述した。

構造分類別により、下記の3タイプに分けて記述した。

- 1) 単独管構造（熱硬化および光硬化タイプ）
表2 - 1～表2 - 3に示した。
- 2) 単独管構造（熱形成タイプ）
表3 - 1～表3 - 3に示した。
- 3) 複合管構造
表4 - 1～表4 - 5に示した。

【単独管構造（熱硬化および光硬化タイプ）】

表2 - 1 更生材の構成要素、材質と受入検査項目

番号	構成要素	材 質	原材料受入検査項目※1
①	硬化性樹脂	不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂等	入荷ロットごとの品質チェック（粘度、比重等）
②	樹脂含浸用基材 （有機繊維、ガラス繊維等）	有機繊維：ポリアミド繊維、ポリエステル繊維、ポリプロピレン繊維等を用いた不織布、織布、マット等、ガラス繊維：織布、マット等上記繊維の組み合わせ※2	入荷ロットごとの品質チェック （単位面積当たり質量等）
③	内面コーティングフィルム※3	ポリアミド、ポリエチレン、ポリウレタン、ポリプロピレン等	入荷ロットごとの品質チェック（膜厚、折幅等）
④	外面保護フィルム※4	ポリアミド、ポリエチレン、ポリウレタン、ポリプロピレン等	入荷ロットごとの品質チェック（膜厚、折幅等）

※1：製造工場において実施する項目。

※2：組み合わせた繊維を使用する場合、各繊維タイプの質量による割合は、明らかにしなければならない。

※3：工法により硬化後除去する場合もある。

※4：工法や施工条件の違いにより使用しない場合もある。

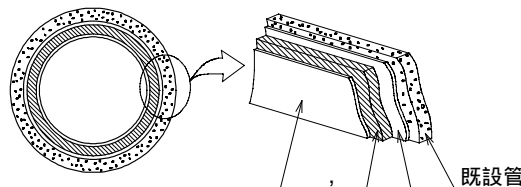


図 - 3 単独管構成材概念図

表2 - 2 製造証明書の管理項目と管理内容

項目	管理内容
品名	更生材の名称
製造番号	製造されたロット番号
製造年月日	製造された年月日
呼び径	適用される管径
寸法	製造時の外周、厚さの検査報告
呼び厚さ	硬化後の更生材厚さ
長さ	製造長さ
質量	出荷時の質量
外観検査報告	目視またはその他の方法で更生材の外観を検査した報告
材料構成	各材質の名称、構成比率（構成要素別の質量%等を記す）、硬化性樹脂特性（熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂等を記す）

表2 - 3 物性検査項目

検査項目	試験方法	比較基準
曲げ強さ	JIS K7171	短期保証値
曲げ弾性率	JIS K 7171	短期保証値
耐薬品性	JSWAS K-16	JSWAS K-16に準拠
耐摩耗性	JIS K 7204, JIS A1452	新管と同等以上

【単独管構造（熱形成タイプ）】

表3 - 1 更生材の構成要素、材質と受入検査

構成要素	材 質	原材料受入検査項目※1
熱可塑性樹脂	硬質塩化ビニル樹脂	原材料の入荷ロットごとの品質チェック（外観、重合度等）

表 3 - 2 製造証明書の管理項目と管理内容

項目	管理内容
品名	更生材の名称
製造番号	製造されたロット番号
製造年月	製造された年月
呼び径	適用される管径
寸法	製造時の内径または外径・厚さの検査報告
呼び厚さ	冷却固化後の更生材厚さ
質量	出荷時の質量または単位当たりの質量
長さ	出荷長さ
外観検査報告	目視またはその他の方法で更生材の外観を検査した報告

表 3 - 3 物性検査項目

検査項目	試験方法	比較基準
曲げ強さ	JIS K7171	短期保証値
曲げ弾性率	JIS K 7171	短期保証値
耐薬品性	JSWAS K-1	JSWAS K-1に準拠
耐摩耗性	JIS K7204, JIS A1452	新管と同等以上

【複合管構造】

表 4 - 1 更生材の構成要素，
材質と受入検査項目

構成要素	材質	原材料受入検査項目 ^{※1}
表面部材	硬質塩化ビニル樹脂，ポリエチレン樹脂	原材料の入荷ロットごとの品質チェック (外観，平均重合度等)
充填材	セメント，モルタル等	原材料の入荷ロットごとの品質チェック (圧縮強度，フロー値等)
金属部材	鋼製材等	入荷ロットごとの品質チェック (寸法，めっき量等)

表 4 - 2 表面部材の製造証明書の
管理項目と管理内容

項目	管理内容
品名	表面部材の名称
製造番号	製造されたロット番号
製造年月	製造された年月
寸法	製品各部分の寸法の検査報告
長さ	出荷長さ
質量	出荷時の質量または単位当たりの質量
外観検査報告	目視またはその他の方法で更生材の外観を検査した報告

表 4 - 3 充填材の製造証明書の
管理項目と管理内容

項目	管理内容
品名	充填材の名称
製造年月	製造された年月
材質	原材料のミルシート (品質証明書等)
材料構成 (プレミックス材のみ)	構成比率 (構成要素別の質量%等を記す)

表 4 - 4 金属部材の製造証明書の
管理項目と管理内容

項目	管理内容
品名	金属部材の名称
材質	原材料のミルシート (品質証明書等)

表 4 - 5 物性検査項目

検査項目	試験方法	比較基準
引張強さ	JIS K6741, JIS K7113	短期保証値
耐薬品性	JSWAS K-1	JSWAS K-1に準拠
耐摩耗性	JIS K7204	新管と同等以上

6.2 更生材の保管および搬送・搬入更生工法で使用される更生材の保管および搬送・搬入に関する管理事項について，単独管と複合管に分けて記述した。

1) 単独管に要求される保管および搬送・搬入

● 熱硬化タイプおよび光硬化タイプ

更生材が光または熱エネルギーにより化学反応を開始することから，適正な遮光や各メーカーで定めた更生材の適正保冷温度を維持することを講じる必要性等について記述した。

● 熱形成タイプ

長時間の紫外線暴露で劣化する恐れがあることから屋内での保管を原則とする等の記述をした。

2) 複合管に要求される保管および搬送・搬入

更生材を表面部材，充填材，金属部材ごとに適正な保管方法等について記述した。

7. 更生工法の施工管理

7.1 一般的な施工管理

1) 専門技術者の配置

管更生は，施工管理手法が管敷設工事と異なるため，管更生を熟知した専門技術者の常駐することを記述した。

2) 既設管の洗浄と確認

適正な更生管を構築するための事前工程である既設管内の洗浄および支障要因の除去についての管理方法について記述した。

7.2 形成方法別の施工管理手法

施工管理手法は、形成方法別に各工程についての測定位置や管理項目について記述した。

1) 単独管構造

● 熱硬化タイプ

・温度測定位置

熱媒体（温水、蒸気等）の温度が最も低くなる箇所（1箇所）と上流または下流の更生材端部で、表面温度が最も低くなる箇所（1箇所）

・圧力測定位置

更生管端部で管内圧力（空気圧、水圧）を測定（1箇所）

・管理項目

- ① 材料挿入（反転・引込み）速度
- ② 反転時および拡張時の圧力管理
- ③ 硬化時の圧力管理
- ④ 硬化温度管理および硬化時間管理
- ⑤ 冷却養生時間管理

● 光硬化タイプ

・温度測定位置

更生材内面を施工スパン全延長にわたって連続測定

・圧力測定位置

更生管端部または同一圧力を測定できる箇所／1箇所

・管理項目

- ① 材料挿入（反転・引込み）速度
- ② 反転時および拡張時の圧力管理
- ③ 硬化時の電源管理
- ④ 硬化時の圧力管理
- ⑤ 硬化温度管理
- ⑥ 硬化時間管理
- ⑦ 冷却養生時間管理

● 熱形成タイプ

・温度測定位置

上下流両側マンホール内の更生材外面の温度を測定／2箇所

・圧力測定位置

蒸気・エアの出口側ホース内の圧力を測定／1箇所

・管理項目

- ① 材料挿入（引込み）速度
- ② 蒸気加熱時の温度管理
- ③ 蒸気加熱時の圧力管理
- ④ 拡張、冷却時の温度管理
- ⑤ 拡張、冷却時の圧力管理

2) 複合管構造

● 嵌合製管タイプ

- ① 嵌合状態の確認
- ② 充填材性状確認
- ③ 充填材注入圧力
- ④ 充填材注入量管理
- ⑤ 完全充填の確認

● 熱硬化製管タイプ

- ① 材料挿入（反転）速度
- ② 反転時および拡張時の圧力管理
- ③ 硬化時の圧力管理
- ④ 硬化温度管理および硬化時間管理
- ⑤ 冷却養生時間管理
- ⑥ 充填材性状確認
- ⑦ 充填材注入圧力管理
- ⑧ 充填材注入量管理
- ⑨ 完全充填の確認

7.3 管口仕上げ工の管理手法

管口仕上げ工の管理手法として、取付け管口削孔工および本管口仕上げについて取りまとめた。

8. 更生管きよの品質・出来形管理

8.1 更生管きよの検査

1) 外観検査

更生管内の外観検査は、既設管呼び径800mm未満はTVカメラ調査によるものとし、800mm以上は目視により確認することを原則とした。

単独管では、管きよの流下性能などの機能を損なうようなシワ、たるみ、剥離および漏水等の異常箇所がないこととした。なお、既設管の状態に起因するシワ等については、諸外国の例としてEN規格を紹介した。

また、複合管は更生管の変形、浮上による縦断勾配の不陸等の欠陥や異常箇所がないことを確認することとした。

2) 出来形検査

● 測定位置

- ・スパン上下流の管口を測定する。

- 管内で人間による測定が可能な場合は、スパン中間部でも測定する。
- 単独管の測定箇所および検査基準
 - 測定箇所は円周上の6箇所とする。
(図 - 4 参照)
 - 平均管厚が呼び厚さ以上で上限は+20%以内
 - 測定した最少値が設計更生管厚以上とする。
- 複合管の測定箇所および検査基準
 - 測定箇所は中央幅と高さの2箇所とする。
(図 - 5 参照)
 - 平均内径が設計更生管径を下回らないこととする。

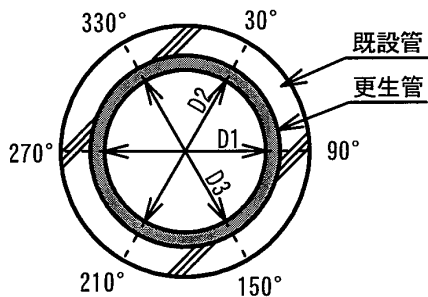


図 - 4 単独管の測定位置の一例

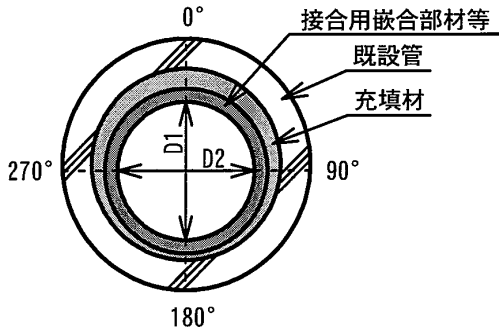


図 - 5 複合管の測定位置の一例

8.2 品質確認

1) 品質検査

更生管の品質検査は、採取したテストピースを使用し、公的試験機関または発注者（監督員）の立会いのもとで試験を行い、設計時に確認する試験結果との比較により行う。

- 単独管
 - ① 試験で算定する項目
曲げ強度、曲げ弾性係数
 - ② 品質検査方法
「JIS K7171」に準じる

③ 試験片採取方法

熱硬化および光硬化タイプは、施工する更生材と同じロットから未硬化の平板テストピースを採取し、施工現場で硬化させて作成することを原則とし、熱形成タイプは、施工する更生材と同じロットから切り出すことにより平板状の試験片を採取する。

④ 試験片採取頻度

工事案件毎および管径毎に採取する。

● 複合管

① 試験項目

充填材の圧縮強度

② 試験方法

「JSCE G521」による

③ 試験片採取方法

更生時の材料で形成した供試体を使用する。

④ 試験片採取頻度

既設管径800mm以上は注入日毎、800mm未満は施工延長100m毎に1回とする。

9. 安全管理および環境対策

施工時における安全管理や環境対策について基本的な対策等について記述した。

9.1 安全管理

施工者は、労働災害はもとより、物件損害等の未然防止に努め、労働安全衛生法、酸素欠乏症等防止規則、ならびに市街地土木工事公衆災害防止対策要綱等の定めるところに従い、その防止に必要な措置を十分講ずる。

- ① 下水道管きよ更生工法における安全管理
- ② 酸素欠乏症および有毒ガス等の安全処置
- ③ 供用中施工における安全対策

9.2 環境対策

施工中の環境に配慮するために下記の環境対策を行う。

- ① 工事広報
- ② 粉塵対策
- ③ 臭気対策
- ④ 宅内逆流噴出等対策
- ⑤ 騒音・振動対策
- ⑥ 温水対策

10. 技術資料の構成

第1章 総論

第1節 目的

第2節 適用範囲

第3節 用語の定義

第2章 管きよ更生工法の概要

第1節 更生工法の概要

第2節 管更生の現状と課題

第3節 更生管に求められる機能および効果

第3章 更生材の品質管理

第1節 更生材（施工前）の品質確認

第2節 更生材の保管および搬送・搬入

第4章 更生工法の施工管理

第1節 一般的な施工管理

第2節 形成方法別の施工管理手法

第3節 管口仕上げ工の管理手法

第5章 更生管きよの品質・出来形管理

第1節 更生管きよの検査

第2節 品質確認

第6章 安全管理および環境対策

第1節 安全管理

第2節 環境対策

資料編

1. 工法別の施工管理マニュアル

2. 各工法の問い合わせ先

11. まとめ

下水道の普及に伴い、管きよの布設延長は増大し続け、布設後50年を経過した管きよについても、下水道事業への着手が早かった都市を中心に急激に増加することが見込まれる。

このような状況を背景にして、布設済みの管きよ自体の品質管理に係る総合的な理論の構築が急務とされるに至っている。

本技術資料は、これらを背景に、下水道管きよの更生工法に係る概要、品質管理の概念、施工・出来形・安全管理、環境対策等を示し、技術資料としての活用が図られやすいよう工夫したものである。

下水道資産の維持の観点から、本技術資料が広く役立つことを期待するものである。

この研究を行ったのは

研究第三部長

研究第三部技術課長

研究第三部審査課長

研究第三部研究員

成田 愛世

鳥海 弘

本重 信宏

津島 勲

この研究に関するお問い合わせは

研究第三部長

研究第三部技術課長

研究第三部審査課長

研究第三部研究員

照沼 誠

鳥海 弘

本重 信宏

福島 恒利