

下水道管きよの更生技術

福島恒利・山内 猛・後藤 太

本報文は、下水道事業における管きよ更生技術の概要と更生管の品質確保のための手法などを紹介するものである。更生工法は、既設管内面に樹脂などを被覆して硬化させて新たに管を構築する技術である。このため、更生管の品質確保のためには、材料や施工の管理が特に重要である。また、多種多様の更生工法が開発されているため、あらかじめ現場条件などの整理し、工法選定や施工管理に役立てなければならない。

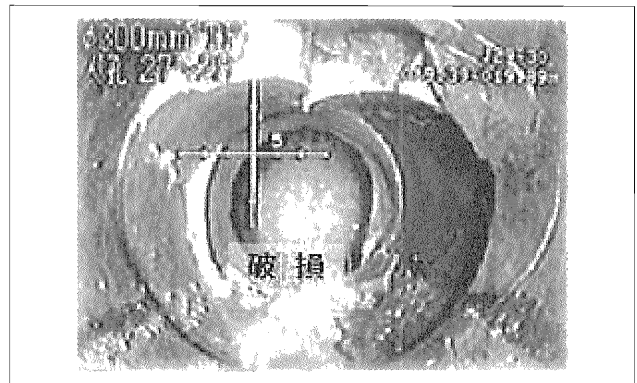
キーワード：下水道、更生工法、管渠（きよ）、改築、品質管理

1. はじめに

わが国の下水道事業は、明治初期の東京都神田における下水建設から百十余年を数える歴史を有しており、管渠（きよ）の総延長は平成 17 年度末で 37 万 km を超えている。その間に敷設された下水管きよの種類は、古くは煉瓦や陶管、鉄筋コンクリート管で、近年では遠心力鉄筋コンクリート管や塩化ビニル管等が主流である。

このように、長い年月をかけて整備されてきた下水管きよの中には、耐用年数の 50 年を経過して道路陥没等の原因となったり、不等沈下や管きよの離脱等により流下能力不足となっているものが都市圏を中心に多く存在する（図—1、写真—1、写真—2）。そのため、下水管きよの耐荷能力の向上や止水等を目的とした改築および修繕が必要となってきている。

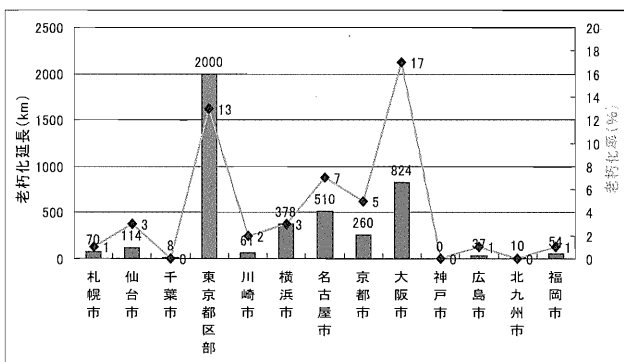
下水管きよの改築および修繕は、これまで開削工法が多く用いられてきたが、車輛交通および住民生活等への影響を考慮し、近年では非開削工法、特に更生工



写真—1 老朽化が進み破損した管きよ



写真—2 老朽管が原因となった道路陥没



図—1 都市圏における老朽管延長（平成 12 年度末）

法を採用するケースが増えてきている。

2. 管きよ更生工法の概要

(1) 更生工法の概要

現在、下水道管きよの改築工法は、非開削で行う更生工法と開削工法や改築推進工法等で行う布設替え工法に分けられている（図—2）。

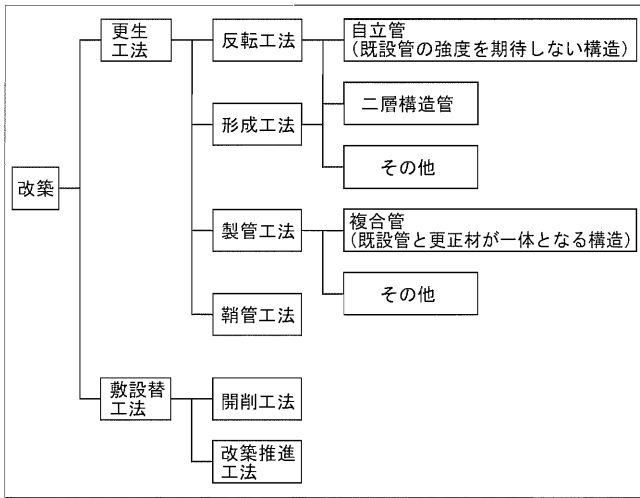


図-2 改築工法の分類

更生工法は、既設管内面に新たに管を構築する工法であるが、施工方法の違いによって

- ・反転工法
- ・形成工法
- ・製管工法
- ・鞘管工法

に分類される。

(a) 反転工法

熱または光などで硬化する樹脂を含浸させた材料を、既設マンホールから既設管内に反転加圧させながら挿入し、既設管内で加圧状態のまま樹脂が硬化することで管を構築するものである。反転挿入には、水圧または空気圧などによるものがあり、硬化方法も温水、蒸気、温水と蒸気の併用、光などがある(図-3)。

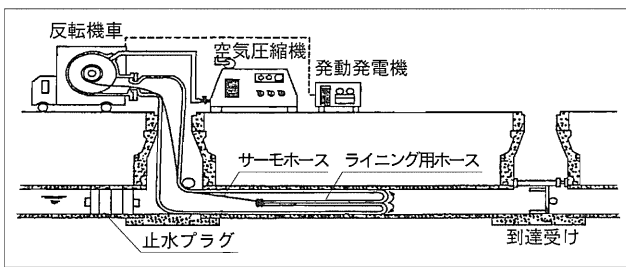


図-3 施工概要(反転工法)

(b) 形成工法

樹脂を含浸させたライナや硬化性の連続パイプを既

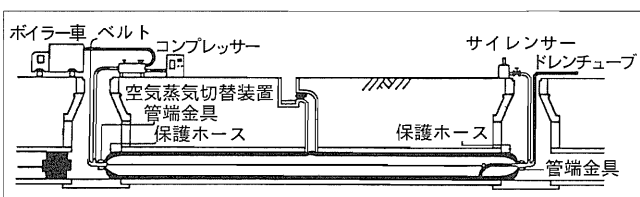


図-4 施工概要(形成工法)

設管内に引込み、水圧または空気圧などで拡張、圧着させた後に硬化することで管を構築するものである。硬化方法は、反転工法と同様に温水、蒸気、光などがある(図-4)。

(c) 製管工法

既設管内に硬質塩化ビニル材等を嵌合させながら製管し、既設管との間隙にモルタル等を充填することで管を構築するものである(図-5)。

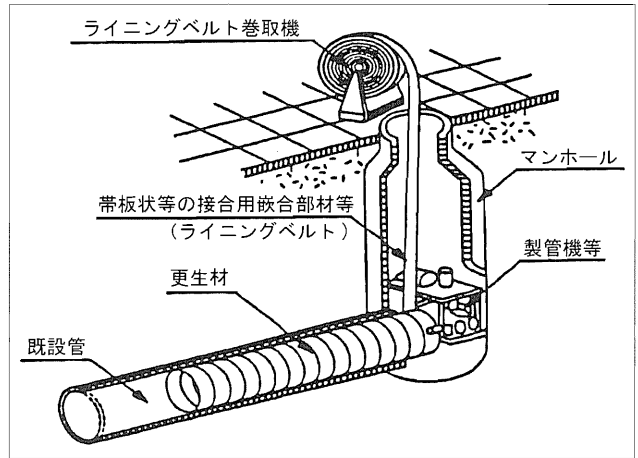


図-5 施工概要(製管工法)

(d) 鞘管工法

既設管より小さな管径で工場製作された管きょ(新管)を牽引、挿入し、間隙に充填材を注入することで管を構築するものである。更生管が工場製品であり、仕上がり後の信頼性が高い(図-6)。

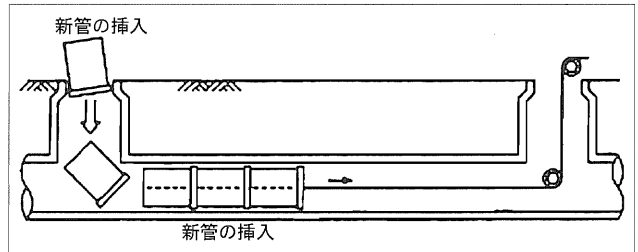


図-6 施工概要(鞘管工法)

また、更生管は構造面において、

- ・自立管(既設管の強度を期待せずに既設管内面に構築した更生管のみの管強度で外力に耐える構造のもの)
 - ・複合管(既設管とモルタルなどの更生材が一体になって外力に耐える構造のもの)
 - ・二層構造管(既設管の強度を期待して既設管と更生管が共に外力を負担するもの)
- に分類することができる。

(2) 更生管に求められる機能と課題

更生工法で施工した管きょ（更生管）は、更生管に加わる外力（土圧、活荷重、地下水圧など）に対して構造物としての強度が必要である。また、下水道という使用条件下における耐久性（防食性や耐摩耗性など）や流下能力、管きょとしての水密性が求められる。

しかし、鞘管工法を除く更生工法のいずれの工法も、開削工法や推進工法とは異なり、施工現場での材料硬化、形成、裏込め充填などの工程があり、適切な更生材の取扱いや施工ができなければ、出来形や品質にばらつきが生じ、求められる機能を有する更生管を構築することが難しくなるという課題がある。

現在、下水道の管きょ更生工事においては、これらの課題に対し、後述するような設計、品質管理方法が実施されている。

3. 更生管厚の設計

更生材は、ガラス繊維やポリエステル繊維等で補強されているもの、補強していないものなど様々なものがある。このような更生材の強度特性を表わす指標として、曲げ強度および曲げ弾性係数が用いられている。曲げ強度および曲げ弾性係数は、表—1 に示す試験を行いそれぞれの長期試験値を算出する。

表—1 曲げ強度および曲げ弾性係数の長期試験値の算出方法

更生材	曲げ強度	曲げ弾性係数
ガラス繊維で更生材を補強している場合	JIS K 7039 リング状の試験体を用いる水中クリープ試験	JIS K 7035 リング状の試験体を用いる水中クリープ試験
ガラス繊維で更生材を補強していない場合	JIS K 7171 短冊状の試験片を用いる空気中クリープ試験	JIS K 7116 短冊状の試験片を用いる空気中クリープ試験

管厚の設計時には、この曲げ強度および曲げ弾性係数の長期試験値を安全率で除したものを「下水道用硬化塩化ビニル管（JSWAS K-1）」および「下水道用強化プラスチック複合管（JSWAS K-2）」における強度計算式に当てはめ、管厚を算出する。

なお、更生材をガラス繊維で補強している場合は、酸性条件下でガラス繊維が応力を受続けると破断する恐れがあることから、耐力腐蝕（ストレインコロージョン）性の試験により、その耐久性を確認する必要がある。

4. 品質管理

(1) 施工前の更生材の品質管理

一般的に更生材の主原料になる樹脂は、熱や光に反

応して硬化する。このため、材料を無造作に放置したり、ライナ製作から施工までの期間が長すぎたりすると、更生材自体の品質低下を招く恐れがある。

現在、施工前の更生材の品質確保のために、適正な管理下で製造されたことを証明する資料や物性検査の報告書などの提出を義務づける発注者も増えてきている。

製造証明書の管理項目と管理内容の一例と物性検査項目の一例を表—2、表—3 に示す。

表—2 製造証明書の管理項目と管理内容の一例

管理項目	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	製造時に外周、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）、硬化性樹脂特性（熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂等）

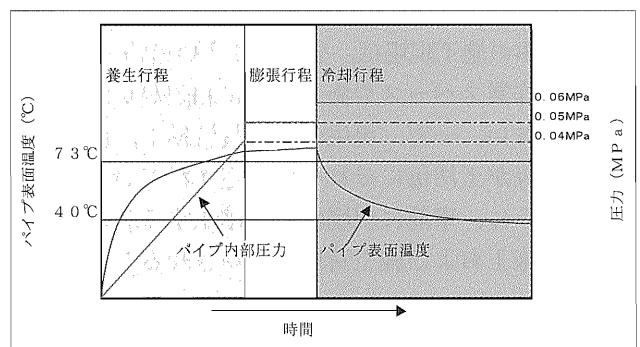
表—3 物性検査項目の一例

検査項目	試験方法	比較基準
曲げ強度	JIS K 7171	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 A 1452	新管と同等以上

(2) 施工管理

更生工法は、施工管理手法が従来の管布設工事と異なるため、更生工法を熟知した専門技術者が常駐する必要がある。また、様々な施工方式があるため、それぞれの方式にあった施工管理が必要となる。

特に、硬化時の圧力や温度、硬化・養生時間の管理は重要で、現在は、連続的にチャート紙に記録し管理する工法が多い（図—7）。



図—7 硬化管理の一例

一例として、熱硬化タイプの施工管理項目を次に示す。

- ①材料挿入（反転・引込み）速度
- ②反転時および拡径時の圧力管理
- 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

（3）品質・出来形管理

更生工法による施工完了後、管内を目視やTVカメラで外観検査を行う。その際、耐荷重能力および流下能力に直接影響を与える更生管厚および仕上がり内径を計測する必要がある。

また、施工する更生材と同じロットからテストピースを採取して硬化させ、その強度試験値と保証値の比較によって、施工された更生管の品質を検査する。

5. 工法選定・施工上の留意点

更生管は、工場二次製品と異なり、施工現場での最終プロセスを経て最終製品となるため、生コンクリートと同様、施工管理が重要である。このことを踏まえたうえで、設計・施工上留意する点を整理した。

（1）既設管状況の確認

更生工事を行う場合は、事前に既設管の状況を調査・診断する。既設管の形状や異常程度を明確にし、多様な工法の適用範囲等と比較検討するためである。

表—4に確認しておくべき既設管の状況を示す。

表—4 既設管状況の確認項目

	確認項目
既設管の形状	管材、断面形状、管径、施工延長、取付け管の有無
既設管の異常程度	腐食、クラック、破損、上下方向のたるみ、継手のずれ、浸入水、取付け管の突出し、油脂の付着、樹木根侵入、モルタル付着、その他

（2）現場状況（施工環境）の確認

更生工事の施工現場は、交通量の多い道路（車道部）が多く、作業スペースや施工時間に制限がかかる現場も少なくない。一方、更生管の品質管理上、施工に必要な時間等が工法毎にそれぞれ設定されている。

このように、事前に現場状況を確認することで、無理のない施工および施工管理を実現させることが重要である。

以下に確認しておくべき現場状況と留意点を示す。

（a）資機材の搬入

- ①上・下流マンホールの径、深さ、インバート形状、流入管の有無等マンホールの形状寸法により、施

工機械の大きさの違いなどにより、適用できない場合がある。また、内副管などマンホール内部に構造物がある場合なども事前確認が必要である。

（b）道路の占有

①作業面積

施工機械、材料運搬車両などを配置し作業できるスペースを確保する必要がある。作業現場の図面等からスペースに見合った工法が選定できるかを検討する。

②作業時間帯

施工延長や工法によって施工にかかる時間が異なる。交通事情などにより作業時間帯が制限されることがあらかじめ分かっている場合は、条件を明示し、サイクルタイムを確認する必要がある。

（c）周辺環境

①臭気など

特に不飽和ポリエステル樹脂を使用している工法の場合、スチレン臭が苦情の原因となることが多い。各工法とも脱臭装置等を設置しているが、現場付近に商店などがある場合など、あらかじめ注意が必要である。

（d）水替え工

①流下水量

更生工法で通水しながら施工できるものは比較的少ない。上流管に一時的に貯留または仮排水ができる範囲の水量であるか確認が必要である。

②合流・分流

合流管の場合、雨天時は基本的に施工できない。また、分流の場合でも、雨天時に流量が急激に増す場合があるため注意が必要である。

③柵の遮断時間、取付け戸数

一般に本管の施工中は、本管に下水が流入しないように取付け柵で宅内排水を遮断する。取付け柵の遮断時間や時刻による制限はないか確認が必要である。

（e）近接物

①架空線

水圧によって更生材を反転挿入する工法などは、架空線に影響を及ぼす場合がある。

5. 最後に

下水道は、建設の時代から維持管理の時代に移行してきており、今後は更生工法といった改築技術が重要な役割を果たすものと考えられる。しかし、現在、更生工法は、設計・施工現場ではまだ馴染みのある技術

にはなっていない。更生管が下水道管きょとしての品質を確保するためには、施工者の技術向上はもとより、発注者や設計者などの技術に対する理解が必要不可欠である。

最後に、「管きょ更生工法の品質管理技術資料—2005年3月—」（財団法人下水道新技術推進機構）に記載されている更生工法を表—5に示す。 **J C M A**

表—5 管きょ更生工法

No.	工 法 名	分 類
1	ICP ブリース工法	反転工法（熱硬化）
2	ICP ブリース G 工法	反転工法（熱硬化）
3	SD ライナー工法	反転工法（熱硬化）
4	インシュフォーム工法	反転工法（熱硬化）
5	オールライナー i 工法	反転工法（熱硬化）
6	グロー工法	反転工法（熱硬化）
7	ホースライニング工法	反転工法（熱硬化）
8	インバイプ工法	反転工法（光硬化）
9	FFT-S 工法	形成工法（熱硬化）
10	オールライナー工法	形成工法（熱硬化）
11	オールライナー Z 工法	形成工法（熱硬化）
12	バルテム HL-E 工法	形成工法（熱硬化）
13	バルテム SZ 工法	形成工法（熱硬化）
14	シームレスシステム工法	形成工法（光硬化）
15	EX 工法	形成工法（熱形成）
16	オメガライナー工法	形成工法（熱形成）
17	SPR 工法	製管工法（嵌合製管）
18	ダンビー工法	製管工法（嵌合製管）
19	バルテムフローリング工法	製管工法（嵌合製管）
20	ICP ブリース複合管工法	製管工法（熱硬化製管）

《参考文献》

- 1) 財団法人下水道新技術推進機構：管きょ更生工法の品質管理技術資料—2005年3月—（2005）
- 2) 社団法人日本下水道協会：管更生の手引き（案），平成13年6月

【筆者紹介】



福島 恒利（ふくしま つねとし）
財団法人下水道新技術推進機構
研究員



山内 猛（やまうち たけし）
財団法人下水道新技術推進機構
研究員



後藤 太（ごとう ふとし）
財団法人下水道新技術推進機構
研究員

絵で見る安全マニュアル 〈建築工事編〉

本書は実際に発生した事故例を専門のマンガ家により、わかりやすく表現しています。新入社員の安全教育テキストとしてご活用下さい。

■要因と正しい作業例

- ・物動式クレーン
- ・電動工具
- ・油圧ショベル
- ・基礎工用機械
- ・高所作業車
- ・貨物自動車

A 5 判 70 頁 定価 650 円（消費税込） 送料 270 円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館） Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289