

## 下水道管渠の更生工法について



所属名： 山口県下関市下水道部工務課

発表者： 藤谷 英樹

### 1. 要旨

本報告は、下水道管渠布設後における、管渠の非開削である更生工事までに至った経緯とその更生工法の選択及び工事の実施までの留意点を整理したものである。特に、補助事業による執行を前提にした検討をしており、あくまでも下関市の判断であることを申し添える。

### 2. 下関市の下水道

下関市公共下水道事業は、昭和 33 年に事業認可を受けて着手以来、順次、下水道整備区域を拡大し、平成 17 年度末における排水可能区域は計画が、6,447.5ha に対し実績は 3,638.5ha、排水可能人口は計画が 30 万 3,670 人に対して実績は 17 万 5,946 人で、排水可能区域整備済面積の計画区域面積に対する比率である進捗率は、56.4%、排水可能人口の住民基本台帳人口に対する比率である普及率は 60.6% となっており、管渠総延長は約 71 万 m である。

これら下水道整備済区域のうち、筋ヶ浜処理区及び彦島処理区では、古い施設では 40 数年が経過している状況ではあるが、管渠の老朽化が著しいことから、市では、昭和 55 年からテレビカメラによる管路調査を実施し、維持管理の効率性を高めてきたが、これまでにこの 2 処理区の整備延長約 24 万 km のうち 5% に相当する 12 km の更生工事を行っている。

### 3. 腐食による事故

#### 3-1 事故例 1

昭和 63 年のテレビカメラ調査による管路調査において、国道に布設している管径 800mm の上半分が腐食により管の痕跡すらない状態が判明した。土被り 1 m 余りではあったが、コンクリート舗装で辛うじて保持することができたと推察する。この箇所は、圧送管から 200m 下流の地点で、供用開始後 20 年経過していたが、かなり以前から腐食は進行していたと容易に推察される。



### 3-2 事故例2

平成 15 年 7 月に、昭和 55 年に布設した管径 1200mm の管渠が腐食により破損し、市道の路面が大きく陥没した。早朝であったことから、第三者への被害はなかったが、埋設管理者として身の細る思いがした。この箇所は、圧送管 600mm と自然流下の 1200mm の分岐点で、腐食しやすい箇所ではあったが、管内に大量の砕石があり通水断面を狭めていたことが管の腐食を促進させた原因と推察した。その大量の砕石がどうして管内にあったのかは不明であった。いずれにしても維持管理の難しさと下水道を管理していく責任の重大さを改めて痛感した。



### 3-3 更生工事

事故例 1 が発生した昭和 63 年度以降、管更生工事を毎年施工する必要が生じた。つまり、不良箇所を更生してもそのまた下流の管渠が腐食する。結果として長い区間の施工となってしまった。圧送管から放流された汚水の水質改善なしでは、管渠の後処理に終始することになった。これは、管渠のみならず、マンホールや蓋にも影響を与え、硫酸はまるで生き物のようにコンクリートや鉄を食い荒らしている。

つまり、汚水に、空気注入や薬品の投入等の水質の改善をしなければならぬと痛感している。

## 4. テレビカメラ調査

年々増加する管渠更生工事を市費により支出することは、財政負担も高いことから、補助対象路線では補助事業での採択に向けてまず調査をした。管路調査は、補助採択路線のうち、維持管理をしている部署の意見を参考に拾い出し調査対象区間を決定した。

調査結果から、たわみ、管の破損、クラック、継手のずれ、浸入水や腐食、たるみ等の項目別に不良度を判定した。

参考：「下水道管きよ改築等の工法選択手引き（案）」（社）日本下水道協会

## 5. 調査・判定・劣化原因

### 5-1 調査

調査は目視及びテレビカメラ調査により行い、調査結果は、管 1 本毎に破損・クラック・継ぎ手のズ

レ・浸入水などの項目をランク分けをする（社）日本下水道協会基準（案）によりした。更に市独自に、管が占用している道路の規格・近接構造物や土地利用重要度ランク A・B・C を設定し社会的影響を加味した判定をした。

## 5-2 判定

補助採択にあたっては、ワンスパン全体で判定を行い、同じく A・B・C のランク付けする。

不良発生率=A、B、C ランクの合計本数/1 スパンの管渠本数

それぞれのランクで不良発生率範囲にある数値によりスパン全体のランクを採用する。

## 5-3 劣化原因

耐用年数に達していない 50 年以内の管渠の場合は、特殊な環境条件により機能維持が困難な場合が条件となっている。ただし、国土交通大臣が定める処分制限期間の 20 年を超えた施設が対象となる。

（平成 15 年 6 月 19 日 国土交通省事務連絡）

対象となる管渠のうち、国では、特殊な環境条件とは何かについては、腐食以外は認められないとしている。腐食を誘発する要因として

- ① 圧送管吐出し部下流の腐食
- ② 段差・落差のあるマンホール部での硫化水素の滞留による腐食
- ③ 伏越し管の上下流部
- ④ こう配の変化点
- ⑤ 腐食誘発要因（海水を含む地下水の浸入がある路線・特殊排水による腐食）

スパン毎に上記による分類を行う。管布設後の地盤不等沈下や重車両による管渠のひび割れ等の更生については、協議の対象外として扱われた。

## 6 更生工法の紹介

### 6-1 反転工法

代表的な工法といえる反転工法は、樹脂を含ませたライニング材料を、既設のマンホールから管内に空気圧や水圧等を用いて反転挿入し、加圧状態のままで硬化させる。硬化方法としては、ボイラーで管内の満水の水を加熱循環し硬化する工法や蒸気による工法及び紫外線照射により硬化するなどがある。

ホースライニング工法 径 800 mm



### 6-2 形成工法

ライニング材を既設のマンホールより本管内に引き込みした後、ライニング材に水圧をかけて拡大し所定の口径を保持しつつ硬化する。方法として水を加熱循環する場合や、蒸気による方法あるいは紫外線照射によるものがある。

オールライナー工法

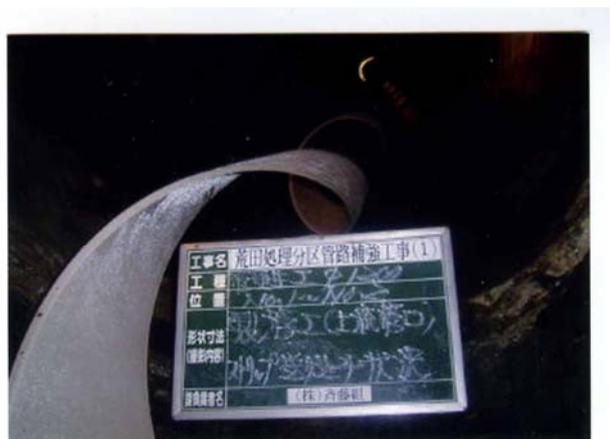
径 700mm



### 6-3 製管工法

既設管内に硬質塩化ビニル材等を製管し、既設管との間にモルタル等を充填する工法である。既設管が蛇行、不陸がある場合には、管下にそって管を作り出すので、施工に難が生じる。また、管径が1ランク小さくなるのが、他の工法と異なる。ある程度の水量であれば、通水しながらの施工が可能であることが特徴ではある。

ダンビー工法 径 1200mm



注：いずれの工法においても適用管径、施工延長、硬化時間には差があるので留意が必要である。

## 7・更生工法の国庫補助について

### 7-1 補助採択

下水道管渠の更生工法による改築に関する国庫補助の運用は、平成13年6月21日の都市・地域整備局下水道部下水道事業課企画専門官事務連絡「下水道管渠の更生工法による改築に関する国庫補助の運用について」により次の条件が示されている。

- ① 改築時点において国庫補助対象である既設管であること。
- ② 改築計画が策定されていること。更生範囲が1スパン（人孔間）以上であること。
- ③ 更生された管渠が十分な流下能力を備えていること。

④ 新管と同程度以上の耐荷力・耐久性を備えていること。

⑤ 更生工法の種類として反転・形成工法（自立管）、製管工法（複合管）、鞘管工法が示されている。

事故例 1 が発生した昭和 63 年頃の更生工法といえば、反転工法によるインシチュフォーム工法・ホースライニング工法、製管工法の SPR 工法とその数は少ないものであったが、20 工法・14 工法協会とも言われるほど多種開発され、設計を担当する者にとってその比較検討作業に時間を必要としているので、標準化が望まれる。

#### 更生工法

- ・ 自立管 （反転工法・形成工法）  
既設管渠の強度を期待せず、自らで外力に抵抗するもの。
- ・ 複合管 （製管工法）  
既設管渠とその内側の更生材が一体となって外力に抵抗するもの。
- ・ 二層構造管（反転工法・形成工法）  
既設管渠の残存強度を期待できる場合に適用するもの。
- ・ その他 （鞘管工法）

（ここでは、個別の工法名は省略）

補助事業での採択にあたり検討した結果、複合管には次のような懸念がある。

破壊荷重試験結果は、新管以上となっているが、現場で製管した破壊強度を確認する方法がない。

① 既設管渠の強度を期待しないが、部材厚としては既設管の厚みを考慮し計算されている。

② 施工時は通水しており、不純物の混在が想定され、既設管渠との付着が十分であるのか。

上記の理由により下関市では補助対象での採択は当面は除外するものである。従って、反転工法及び形成工法とし、既設管渠の強度を期待せず、自らで外力に抵抗するものとし新管と同等以上の耐荷能力、耐久性を有する「自立管」とするものである。

なお、補助採択までには、初年度に管内調査、翌年度に国・県の協議資料作成し、3 年度目に実施設計となる。工事着手には、少なくとも管内調査から 2～3 年度目となる。

調査年度	調査延長	補助採択	採択率	実施設計年度	工事着手
・平成 13・14 年度	22.8km	7.8km	34.2%	16 年度	17 年度
・平成 17 年度	29.3km	5.0 km	17.1%	18 年度	19 年度

管渠改築については、管渠のみならず同時にマンホール及びマンホール蓋も含めていくべきである。原因である腐食要因は変わらずにあり、総合的に取り組んでいくものと後悔している。

## 8・工法の決定について

工法の決定にあたり、下記の項目を重点に比較検討をした。

- ① 適用管径
- ② 適用延長
- ③ 材料及びその特性
- ④ 通水中の施工
- ⑤ 流下能力
- ⑥ 日進量
- ⑦ 施工条件
- ⑧ 経済性
- ⑨ 施工実績

## ⑩ 技術の信頼性

補助事業の実施にあたり、経済比較は重要なものとなるが、工法の違いは材料特性も異なるため、部材厚も異なる。部材厚を算出して、工法ごとの工事費を算出し比較をする。また、複数のスパンがある場合、同時に更生することが可能なスパンを模索し、算出するものである。これは、工法により適用延長が異なることからそれぞれ精査し積算を行う。このように更生工事の工事費算出は、区間ごとに実施設計書まで算出し経済比較をする必要があると考え、他の積算とは大きく異なるものであり、積算に相当の時間を要するもので、工法が増える度に大変な労務となっている。

また、材料価格の公表がされていないことから、各工法の協会員に見積もりを依頼し算出した。工事費に占める割合が大きいだけに経済性という短い言葉に苦慮しているのが現状である。この材料価格が物価版等に搭載されるようになることを切望するものである。この点が、補助事業の採択への道を閉ざしているのではと推察する。なお、施工費用の算出は、社団法人 日本下水道管路管理業協会発行の「維持管理積算資料」により積算しているが、工法により作業内容に多少ではあるが差異があるので、共通した作業内容では統一を願うものである。まず、同一の工法では、少なくとも物理特性の統一化が望まれるものである。

## 9. 工事実施について

### 9-1 適用工法の条件

更生工法の適用については下記の条件を付した。

- ①反転工法及び形成工法のうち、既設管の強度を期待しない工法
- ②10年以上の実績を有する工法
- ③(財)下水道新技術推進機構において技術審査証明を受けた工法
- ④「管更生の手引き(案)」により構造的な計算がなされ、かつ流量計算を満足する管径を確保できる工法
- ⑤(社)日本下水道協会規格と同等以上の水密性を有する工法

上記の内容について補足説明をすると、技術審査証明は審査証明の有効期限があること。また、この機構は依頼を受けた項目についてそれを確認するものである。この2点が正しく理解されていない場合がある。

具体的には、当初の審査では証明を受けていたが、次回に審査項目を落としていた場合、それは有効期限が切れていれば、有効ではないことである。また、国が認めた工法であるという誤解で、市が承認しないことに不満をいわれる場合がある。あくまでも、開発目標を満足しているかを第三者である機構がそれを確認しているだけである。今後は、規格の統一化がすすみ一般化され、更生工法が発展するよう望んでいる。

### 9-2 施工計画

更生工事は、工事期間が非常に短期間で完了するという特殊性があるなど通常の土木工事とは異なるなどその専門性が高く求められることから、各協会において施工技術研修又は講習を受けた専門技術者を施工中に従事できることを条件に入れている。

施工管理面では硬化スケジュールが重要となり、作業時間を計画しこれを基に適切に進行管理して施工しなければならない。他の工事と異なり、硬化中にもかかわらず硬化作業中に中断することはできない。急な雨により材料の使用が不能とならないために気象にも留意する必要がある。また、施工中に交通体系や住民からの苦情から作業が中断とならないようにするなどの調整は言うまでもない。

段取りの不手際から、硬化作業前に工事の中止を指示したこともある

工事中の留意点として重要なことは、挿入形成（反転）時の圧力、速度及び硬化時の温度であることから、これらの管理項目を記録し資料の提出を求めている。

### 9-3 材料

更生材料は、適正な品質管理のもとに製造されたものが必要になるが、工法ごとにその強度特性は異なるうえに、通常のように出荷された製品とは別に外から取り寄せた樹脂と不織材料を工事現場とは別の場所で加工するなど、製品の場合と加工されたものがあり、そこで完成されたものの品質管理があいまいになりやすいので、長さ、厚さ等の品質管理を求めている。

### 9-4 事前調査

既設管の状況については、テレビカメラにより事前調査をして、設計時に確認した後に腐食の進行はないか、取付管が管内に突き出て、更生工事に支障はないか。浸入水はないかを調査し、その処置を検討するなど、事前調査は本工事の良否を左右する貴重な調査である。

### 終わりに

今回、「中国地方建設技術開発交流会」で発表をする依頼を受けて、これまでの経験をまとめる機会になり感謝しています。経験を体験化して行くことは必要とは理解しつつも、日に流されてしまう、根っからの怠け者、改めて積み重ねることの大切さを自戒した。