

下水道未普及解消クイックプロジェクト
社会実験検証のすすめ方（案）
～露出配管～

国土交通省下水道部
国土交通省国土技術政策総合研究所

はじめに

平成18年度末の下水道処理人口普及率は7割に達しているものの、下水道計画区域にありながら未だに下水道が整備されていない、いわゆる下水道未普及人口は2000万人以上にも上る。人口減少、高齢化の進展、厳しい財政事情といった整備を進めていく上での難しい問題を抱えている地方公共団体も多く、いかに早急かつ効率的な整備を行うかが課題となっている。

そのような状況下、国土交通省下水道部では、平成18年9月に『未普及解消クイックプロジェクト』（以下、QP）を発足させ、①新たな整備手法（計画・設計・施工手法）の検討、②農業集落排水施設、合併浄化槽との連携強化方策の検討、③その他の補助制度等の検討、により早期、低コストかつ手戻りのない未普及解消方策の確立を図っている。

また、QPでは、新たな整備手法としていくつかの新しい技術を提案しており、今後、新技術を採用しようとする公共団体が社会実験を通じて、技術の性能評価を実施し、より多くの公共団体において同様の技術が採用可能なように問題点の整理及び改良を行う予定である。

本資料は、社会実験を実施する自治体が、円滑に社会実験を進めることができるように、既に提案されている新技術について、検証項目の考え方や検証の方法等を取りまとめたものである。

なお、本資料に記載する検証項目や検証方法等は、あくまで参考として紹介したものであり、記載以外の検証項目及び検証方法の実施を妨げるものではない。

目 次

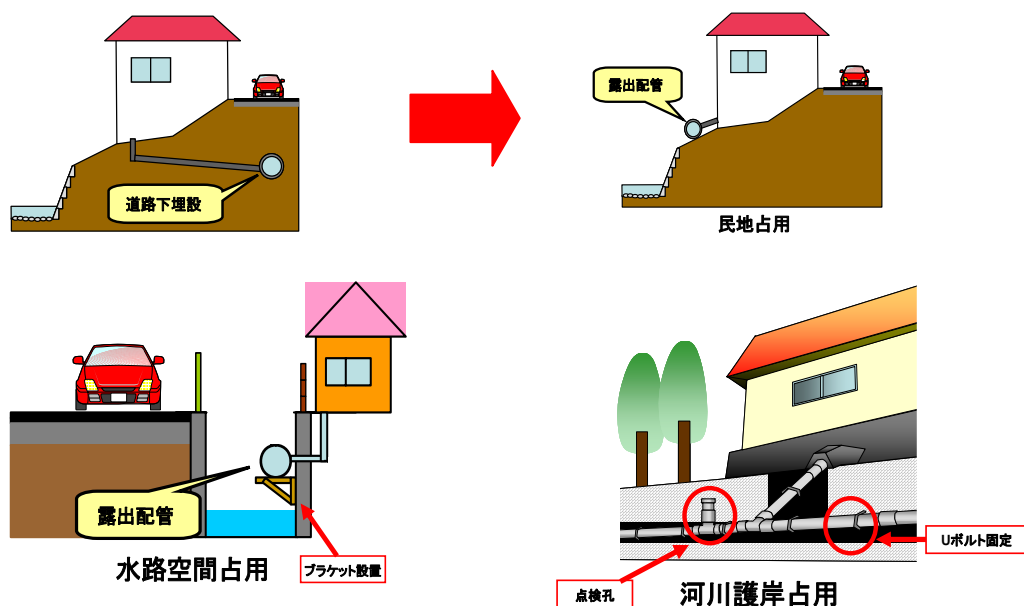
| | |
|---------------------------|----|
| 1. 露出配管の概要 ----- | 1 |
| 1. 1 技術の概要 ----- | 1 |
| 1. 2 予見されるリスク ----- | 1 |
| 1. 3 社会実験の目的 ----- | 2 |
| 1. 4 本技術に関して確認すべき事項 ----- | 2 |
| 1. 5 検証のフロー ----- | 5 |
| | |
| 2. 検証項目 ----- | 6 |
| | |
| 3. 各検証項目の検証方法 ----- | 7 |
| 3. 1 建設コスト ----- | 7 |
| 3. 2 維持管理コスト ----- | 9 |
| 3. 3 管きよの材料特性 ----- | 10 |
| 3. 4 流下状況 ----- | 12 |
| 3. 5 水質の変化（下水の腐敗） ----- | 14 |
| 3. 6 建設工期 ----- | 16 |
| 3. 7 住民参画による管理軽減 ----- | 17 |
| 3. 8 景観への影響 ----- | 18 |
| 3. 9 生活環境への影響 ----- | 19 |

1. 露出配管の概要

1. 1 技術の概要

下水道管きょは、そのほとんどが地中に埋設されている。地中に埋設されると、下水性状の変化が少ない、交通を初めとする都市活動に与える影響が少ない、管きょの劣化が少ない、故意による損傷（いたずら）が防止できるなどの利点がある。しかし、道路高より低い位置に住居があったり、地形的な問題から排水設備が地中深くに埋設されたりする場合には、ポンプ設備を新たに設けたり、下水本管を深く埋設したりする必要があることからコストが割高になるため、道路下への布設に替えて民地、水路空間や河川護岸等を占有して管きょを布設する方法が提案されている。

現在、下水道における露出配管としては、橋梁の添架管や処理場内の連絡管など、局所的な箇所で見られる例が大半であるが、下水道本管で使用される例も見受けられる。また、耐候性に優れたポリエチレン管の開発も行われており、今後、地形的条件から施工が困難な箇所における未普及解消技術として期待される。



1. 2 予見されるリスク

本技術は、従来、地中に埋設していた下水管を露出させて（外気に触れる状態で）使用するものであり、「1. 4 本技術に関して確認すべき事項」にて詳細するが、下水道としての機能に関しては、以下のようなリスク（技術の導入上、避けることが困難な問題）が予見される。また、事故時（他の要因による管閉塞、地震等）においてはこれらリスクが増大する可能性があり留意が必要である。

| 予見されるリスク | 主な影響因子 |
|-------------|-----------------|
| 管の破損 | 故意・不意の（人為的な）外力 |
| 凍結による管閉塞・破損 | 外気温、流下時間 |
| 下水の腐敗 | 外気温 |
| 耐用年数の短命化 | 外気温、紫外線、降雨（酸性雨） |
| 景観の悪化 | 紫外線や降雨による劣化、落書き |

1. 3 社会実験の目的

本技術の採用により、建設コストの縮減が可能、他企業埋設物との調整が不要、不具合の発見が容易等が期待される反面、露出による劣化進行（紫外線、気温など）、点検や補修が困難（施工場所による）など、不明確な点も多い。

本社会実験は、本技術の採用により考えられる問題点を洗い出すと共に、問題解消のためのデータを収集、分析し、必要に応じ技術改良を加えることを目的とする。

1. 4 本技術に関して確認すべき事項

本技術の採用により考えられる問題点は、下記の視点から推定し、社会実験で確認及び評価、改良することとする。

- ① 目的を達成できるか
- ② 下水道の機能を損ねていないか
- ③ 施工後に新たな問題は生じないか（維持管理する上で問題はないか）
- ④ 制約条件はないか
- ⑤ 改良の余地はないか
- ⑥ メリット、デメリットは何か
- ⑦ 従来工法より総合的に勝るか
- ⑧ 汎用性はあるか（他地区に適用できるか）
- ⑨ 未普及解消に貢献できるか

上記を勘案すると、本技術において確認すべき事項としては以下が挙げられる。

① 目的を達成できるか

本技術の適用を想定しているのは、通常の下水道布設が非効率的な場所であり、例えば、本管接続にポンプ設備を必要とする地区あるいは家屋、管きよの布設が可能な道路に面していない地区あるいは家屋である。このような地区においては、費用的及び技術的な課題を抱えていることから、本技術の採用目的は、コスト縮減及び施工困

難性の解消といえる。よって本社会実験では、コスト面の効果及び地下埋設の代替手法としての露出配管の可能性について確認する。

② 下水道の機能を損ねていないか

本技術は、従来、地中に埋設していた下水管を露出させて（外気に触れる状態で）使用するもので、これまでの管きよの使用環境とは全く異なる。

露出配管の使用環境を推察すると、影響しそうな大きな因子としては、外気温、紫外線、故意の（人為的な）外力、降雨など外部的なものに限られ、内部的な因子の影響はほとんど無視できると考えられる。

外部因子のうち、外気温、紫外線及び降雨（酸性雨）は、主に管きよの劣化を進行させ、本来有すべき管きよの耐用年数を短命化させると考えられる。

また、外気温は、高温時には下水の腐敗を招き、低温時には下水の凍結による流下阻害（閉塞）を招くことが懸念される。特に凍結については、管閉塞・ポンプ故障等で流下機能が失われた場合（満水で放置された場合等）には、凍結のリスクが著しく増大する可能性があり留意が必要である。同時に、処理場流入水温に影響があると予測される場合には、水温低下による水処理能力の低下について留意が必要となる。

本社会実験では、これらの因子が管きよに与える影響について確認する。

③ 施工後に新たな問題は生じないか

露出配管は、埋設管と異なり、露出しているため損傷や漏水等の不具合を早期に発見できると考えられる。しかしながら、河川護岸や法面の占用により布設された管きよの場合、その布設場所によっては、補修する際、作業上危険を生じる、足場を設ける必要があるなどのケースも想定される。

また、露出配管は、布設場所によっては人目につきやすいことから、景観上の配慮が必要な場合も考えられる。さらに、汚水漏れや臭気漏れ、下水の流下音など、埋設管より問題が表面化しやすいといったことも想定される。

よって、本社会実験では、管きよからの臭気及び騒音の発生、地表に汚水管を配管することの景観上の問題、破損した際の汚物の流出、地表に汚水管を配管することの維持管理への対応（トラブルへの早期対応方法）などについて確認する。

④ 制約条件はないか

新技術の採用にあたり、現場の施工条件による制約や、下水機能上の制約、維持管理上の制約など、適用範囲が限られることがないかを確認する。

⑤ 改良の余地はないか

上記の①～④の内容に関して、マイナス要因の解消や、さらなる効果の向上、適用条件の拡大に貢献できる、構造的な改良の可能性について確認する。

⑥ メリット、デメリットは何か

上記の①～⑤を踏まえ、メリット及びデメリットを整理する。

⑦ 従来工法より総合的に勝るか

総合的に見て従来工法より勝るかどうかを確認するとともに、適用可能な条件や各条件別の効果の度合いを確認する。

⑧ 汎用性はあるか（他地区に適用できるか）

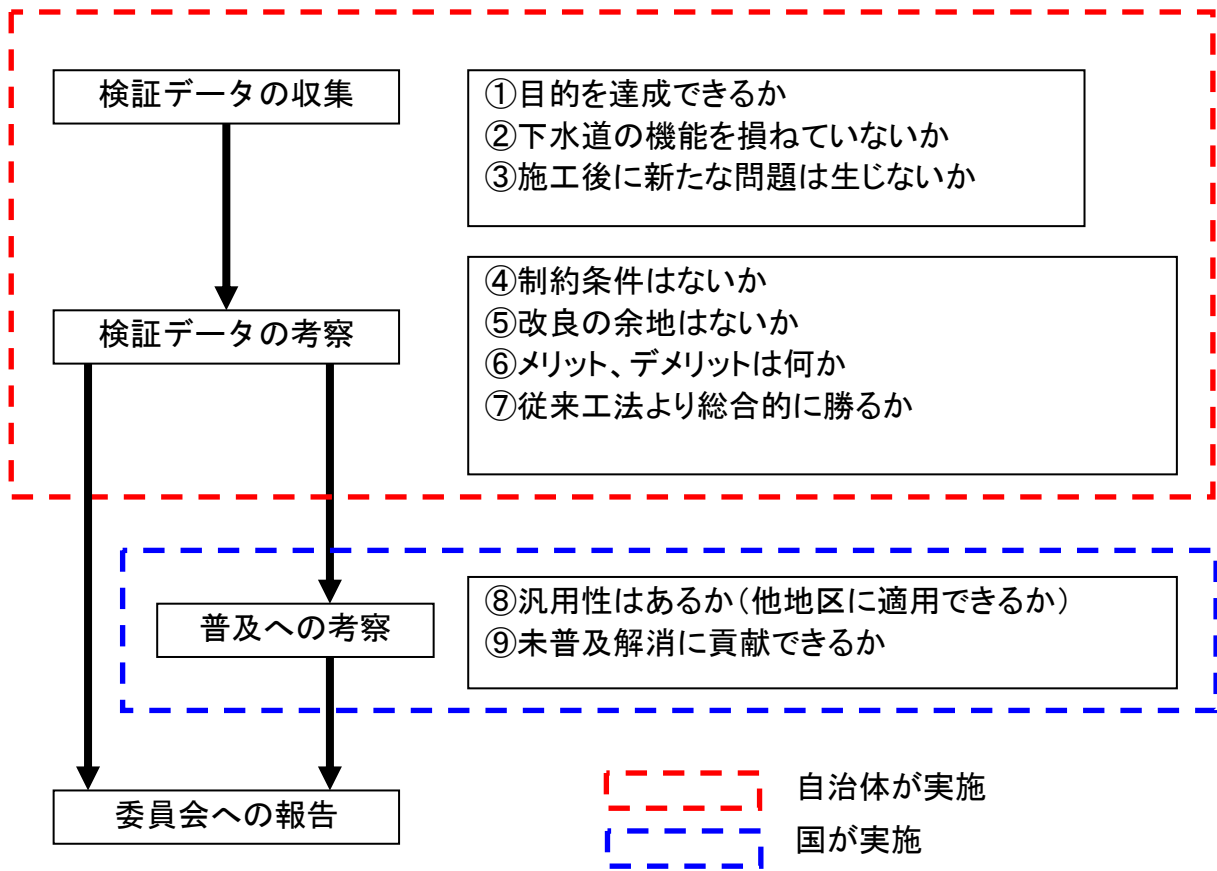
本技術が、ある特定の条件下でのみ効果を発揮するというものがないよう、可能な範囲で様々な条件について①～⑤の確認を行う。

⑨ 未普及解消に貢献できるか

本社会実験の主命題は、未普及解消であることから、単にコスト縮減が図れたというだけではなく、下水道としての機能を確保しつつ、将来にわたって安心安全な下水道サービスを提供できることを確認する（「安かろう悪かろう」の施設になっていないことを確認する）。

1. 5 検証のフロー

露出配管の検証における一連の流れを以下のフロー図に示す。



2. 検証項目

1. 4に示した「本技術に関し確認すべき事項」については、下記の検証項目をもって検証するものとする。

- 1) 建設コスト
- 2) 維持管理コスト
- 3) 管きよの材料特性
- 4) 流下状況
- 5) 水質の変化（下水の腐敗）
- 6) 建設工期
- 7) 住民参画による管理軽減
- 8) 景観への影響
- 9) 生活環境への影響

3. 各検証項目の検証方法

3. 1 建設コスト

(1) 検証目的

露出配管（以下、「新工法」という）を採用することにより、土工及び土留工が不要となるため建設費が割安になり、効率的な下水道整備が可能となる。よってここでは、経済効果を把握することを目的とした検証を行う。

(2) 検証方法

経済効果を把握するために、新工法と従来工法の建設コストを算出して比較することで、コスト縮減率を算出する。

新工法の建設コストは、社会実験路線における代表的な箇所における工事発注時の積算結果を用いる。ここで、施工条件が大きく異なる路線が複数ある場合は、施工条件毎のコストを算出する。

従来工法の建設コストは、新工法のコストを算出した同一路線において、従来の手法を採用した場合の仮想設計を行い、その設計をベースに積算するものとする。

積算にあたっては、表－1に示すように、構成（工種）別に費用内訳が分かるよう整理する。

表－1 工事費の構成別縮減率

| 工事費の構成 (直接工事費) | 従来工法 | 新工法 | 縮減率 |
|--|------|-----|-----|
| 管路工事 管きょ工 管路土工 管布設工 管路土留工 管基礎工 小計 マンホール工 取付管・ます工 合計 | | | |
| 資材費 管 MH 本体 MH (蓋含む) 小計 | | | |
| 舗装復旧工事 | | | |

算出したコストは、コスト算出表等にまとめる。コスト算出表の例を表—2に示す。

表—2 建設コスト算出表（例）

| 路線番号 | | 施工条件 | | | コスト | | | 縮減率 (%) | |
|------|-----|------------|---------------|-----------|-------|-----------|-----|------------|----|
| | | 管径 (mm) | 土被り:平均 (m) | 延長 (m) | 金額(円) | 延長(m) | 単価 | | |
| ① | A路線 | 新工法 | 150 | — | 100 | 4,500,000 | 100 | 45,000 | 10 |
| | | 従来工法 | 150 | 4.0 | 100 | 5,000,000 | 100 | 50,000 | |
| | | | | | | | | | |
| 合 計 | | 新工法 | | | | | | | |
| | | 従来工法 | | | | | | | |

(3) 検証時期・検証頻度

建設コストの算出は、新工法、従来工法ともに実施設計もしくは発注準備の段階に実施する。なお、新工法及び従来工法における積算の精度が同一となるよう、積算条件（歩掛、単価など）に注意すること。

3. 2 維持管理コスト

(1) 検証の目的

露出配管については、水路断面内や護岸に設置した場合、点検・清掃において仮設足場等の設置が必要となり、新工法を採用することにより、維持管理コストが増大することが懸念される。ここでは、新工法の採用が維持管理コストに及ぼす影響を把握することを目的とした検証を行う。

(2) 検証方法

新工法の採用による維持管理への影響を把握するため、新工法施工後の維持管理実績データを収集する。収集データとしては、清掃頻度と清掃費用、点検頻度と点検にかかる費用、その他施設維持に必要な費用（光熱費、人件費等）とする。

清掃や点検等の頻度については、施工後の維持管理状況から、最適頻度を算出することが望ましい。ただし、供用開始直後のように接続家屋が少ない（流量が少ない）と適切な頻度が算出できない場合があるので、その場合は、他の採用都市等の実績を元に算出する。

新工法の維持管理コストは、従来工法の維持管理コストと比較し、コスト縮減率を算出することとする。従来工法の維持管理コストは基本的に実績値とするが、極端に維持管理を実施していない場合には、適切なコスト縮減率が算出できないため、下水道維持管理指針や下水道管路施設維持管理マニュアル等を参考にする。

表—3 維持管理コスト算出表の例

| 路線番号 | | | 条件 | | | コスト | | | 縮減率 (%) |
|------|-----|------|------|----------------------|-------------|--------------|-----------|-------------|---------|
| | | | 道路線形 | 実績データ 収集期間 (年) | 清掃回数 (回) | 清掃コスト (円) | 年数 (年) | 単価 (円/年) | |
| ① | A路線 | 新工法 | 平面線形 | 1 | 1 | 10,000 | 1 | 10,000 | 0 |
| | | 従来工法 | — | 5 | 5 | 50,000 | 5 | 10,000 | |
| 合計 | | 新工法 | | | | | | | |
| | | 従来工法 | | | | | | | |

注.上記比較については、延長を考慮した整理(同等延長による比較)を行う

(3) 検証時期・検証頻度

検証時期は、維持管理の実績データが収集可能な時期に実施する。

他の採用都市における実績を用いる場合は、施工を待たずして検証が可能であるが、実績値を収集する場合は、供用開始後1年程度はデータを収集する必要がある。

3. 3 管きよの材料特性

(1) 検証の目的

使用する管材が露出配管に適しているか、また、紫外線等による劣化対策が必要かどうかの確認を行う。なお、検証する材料特性については、以下の3項目とする。

- ・紫外線による管材劣化促進の有無
- ・気温による管材劣化促進の有無
- ・管きよの伸縮による影響

(2) 検証方法

① 紫外線による管材劣化促進の有無

配管材の一部をテストピースとして採取し、現場と同様の環境に放置した後、材料の強度確認を行い、劣化促進の有無を判断する。なお、同じ管材を冷暗所に保管し、テストピースとの比較を行う。

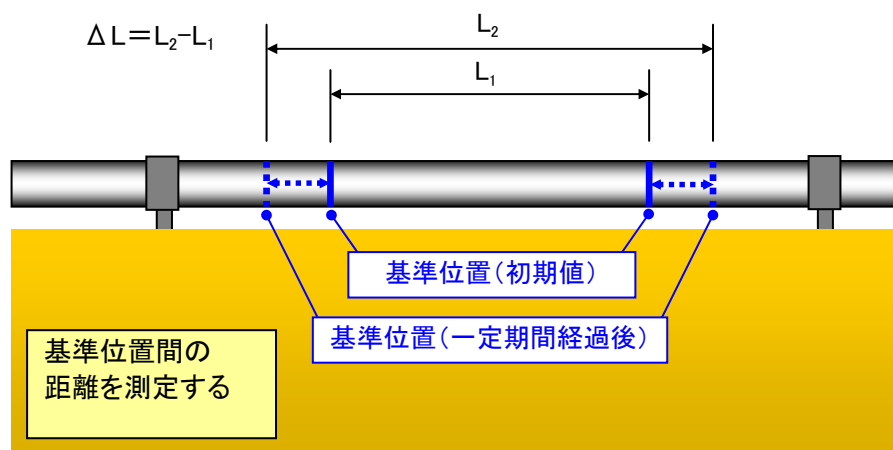
② 気温による管材劣化促進の有無

配管材の一部をテストピースとして採取し、現場と同様の環境に放置した後、材料の強度確認を行い、劣化促進の有無を判断する。なお、同じ管材を冷暗所に保管し、テストピースとの比較を行う。

③ 管きよの伸縮による影響

管きよの伸縮については、布設管きよに基準位置を設け、基準位置間の距離を測定し、伸縮割合を算定する。

なお、継ぎ目ズレがないか目視確認を行う。また室内試験でも確認する。



(3) 検証時期・検証頻度

① 紫外線による管材劣化促進の有無

供用開始後1年経過時及びその後必要に応じて

② 気温による管材劣化促進の有無

供用開始後1年経過時及びその後必要に応じて

③ 管きよの伸縮による影響

供用開始後年4回（春夏秋冬）

表－4 各測定項目の検証手法と判定基準の例

| 測定項目 | 測定手法 | 判定基準 |
|-------------|---|------------------------------------|
| 紫外線による劣化 | ・外圧試験により曲げモーメント等の測定を行う。 ・管材表面の劣化（変色など）を確認する。 | ・選定材料の許容基準を満たすこと。 ・景観的に問題がないこと。 |
| 気温による劣化 | ・外圧試験により曲げモーメント等の測定を行う。 ・管材の変形（反りや）を確認する。 | ・選定材料の許容基準を満たすこと。 |
| 管きよの伸縮による影響 | ・基準位置間の距離の測定を行う。 | ・汚水の流下を阻害しないこと。 |

3. 4 流下状況

(1) 検証の目的

寒冷地域において、保温材の有無による下水の凍結の有無を確認し、凍結による下水の流下阻害がないことを確認する。

ただし、管閉塞・ポンプ故障等で流下機能が失われた場合（満水で放置された場合等）には、凍結のリスクが著しく増大する可能性があり留意が必要である。

また、処理場流入水温に影響があると予測される場合は、正常な処理能力が確保されることを確認する。

保温材なしで凍結が認められる場合には、保温材による対策を実施する。

(2) 検証方法

露出配管の管きょ部の点検孔において、外気温、管内温度及び下水温度を測定する。なお、検証については、保温材による対策を実施している路線と実施していない路線の比較を行う。

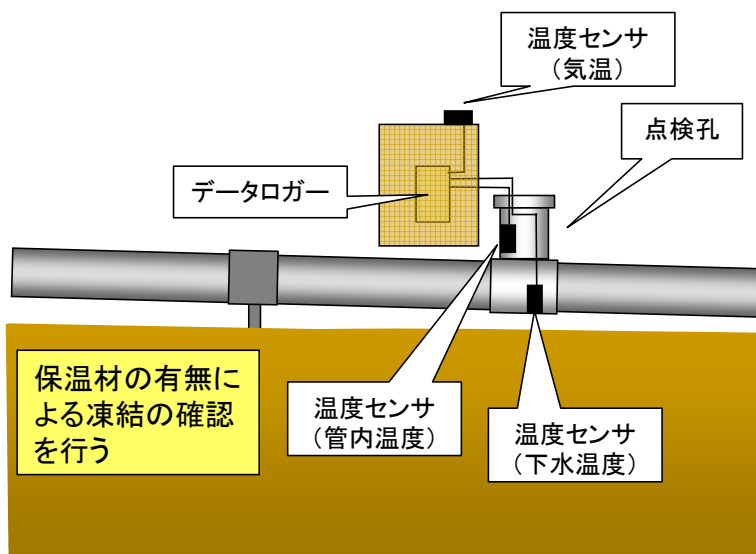


表-5 データ記入表の例

| 路線番号 | | | 諸元 | | | 結果 | | | | | | | 備考 | |
|------|------|------|----|---------|----------|----------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| | | | 管材 | 管径 (mm) | 保温材の有無 | 項目 | 計測値・最低 | | | | | | | |
| | | | | | | | | 1日目 | 2日目 | 3日目 | 4日目 | 5日目 | 6日目 | 7日目 |
| ① | A路線 | No.1 | | | 有り | 気温(°C) | | | | | | | | 詳細データは別途 |
| | | | | | | 管内温度(°C) | | | | | | | | |
| | | | | | | 汚水温度(°C) | | | | | | | | |
| | | | | | | 凍結の有無 | | | | | | | | |
| | No.2 | | | 無し | 気温(°C) | | | | | | | | | |
| | | | | | 管内温度(°C) | | | | | | | | | |
| | | | | | 汚水温度(°C) | | | | | | | | | |
| | | | | | 凍結の有無 | | | | | | | | | |

(3) 検証時期・検証頻度

供用開始後、冬季に24時間連続測定（1週間程度）

表－6 各測定項目の検証手法と判定基準の例

| 測定項目 | 測定手法 | 判定基準 |
|------|--------------------------|---|
| 気温 | 温度センサーを用いて1週間程度の連続測定を行う。 | 汚水の流下を阻害しないこと。 処理場流入水温に影響がある場合には、処理能力が低下しないこと。 |
| 管内温度 | | |
| 汚水温度 | | |

3. 5 水質の変化（下水の腐敗）

（1）検証の目的

夏季に気温が高温となる地域において、管内温度が上昇した場合においても硫化水素の発生が生じないことを確認する。

（2）検証方法

露出配管の点検孔内に硫化水素検知管を設置し、硫化水素の発生の有無を確認する。検知管で硫化水素の発生が確認された場合においては、管内温度及び硫化水素計による硫化水素の連続測定を、宅内マスと露出配管部にて行い（一般測定項目として、DO、pH、ORP等の測定もあわせて実施する）、硫化水素の発生原因を特定する。ただし、宅内マスについては、露出配管部で硫化水素が検出された場合に測定する。

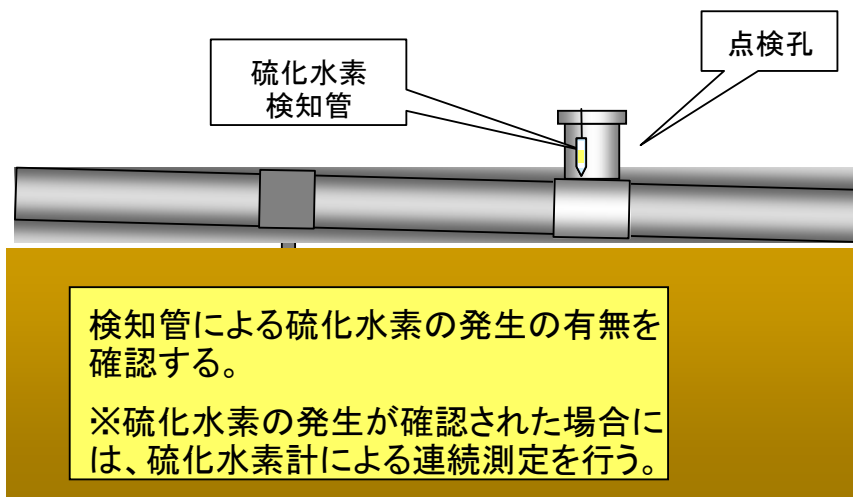


表-7 データ記入表の例

| 路線番号 | | 諸元 | | 結果 | | | | 備考 | |
|------|-----|------|---------|-----------------------|----|-------------------------|-----------|----|----------|
| | | 管材 | 管径 (mm) | 硫化水素累積濃度 検知管 (ppm) | | 硫化水素最高濃度 硫化水素計 (ppm) | 管内温度 (°C) | | |
| ① | A路線 | No.1 | WE | 150 | 0 | → | — | — | 詳細データは別途 |
| | | No.2 | WE | 150 | 20 | → | 13 | 23 | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

(3) 検証時期・検証頻度

検知管：供用開始後、年4回（春夏秋冬）各1週間程度

※硫化水素の発生が確認された場合には、硫化水素計による温度及び硫化水素濃度の24時間連続測定（1週間程度）を行う。

表－8 各測定項目の検証手法と判定基準の例

| 測定項目 | 測定手法 | 判定基準 |
|--------|--|---|
| 硫化水素濃度 | ①検知管を1週間程度設置し、硫化水素の発生の有無を確認する。 ②硫化水素の発生が確認された場合、硫化水素計による温度及び硫化水素の連続測定を行う。 | ①硫化水素 > 0 ②下水発生源（家庭排水）の硫化水素濃度 < 露出配管の硫化水素濃度 |

3. 6 建設工期

(1) 検証の目的

未普及解消に求められるのは、安いだけでなく、機動性に富んだ早期の整備である。新技術の採用にあたっては、コスト面のみならず施工工期についても着目する必要がある。

新工法では、土工及び土留工を省略するため、工期短縮が可能であるものと想定される。ここでは、全体工程を分析することによる工期短縮効果を算出することを目的とした検証を実施することとする。

(2) 検証方法

新工法を採用しない場合（従来工法）を想定した仮想設計を行い、従来工法による設計工期との比較を行うこととする。

さらに、実際の施工期間についても、実績値及び施工業者ヒアリングにより確認することとする。

表—8 データ記入表の例

| 路線番号 | | | 施工条件 | | | | 工期 | | 短縮率 (%) |
|------|-----|------|------|------------|---------------|-----------|-------|-------|------------|
| | | | 管材 | 管径 (mm) | 土被り:平均 (m) | 延長 (m) | 日数(日) | 延長(m) | |
| ① | A路線 | 新工法 | WE | 150 | — | 100 | 2 | 100 | 33 |
| | | 従来工法 | VU | 150 | 4.0 | 100 | 3 | 100 | |
| | | | | | | | | | |
| 合計 | | 新工法 | | | | | | | |
| | | 従来工法 | | | | | | | |

(3) 検証時期・検証頻度

全体工程の確認については、実施設計時もしくは発注準備（積算）時に行うこととする。

実際の施工期間については、実施工の実績値及び施工業者ヒアリングにより確認することから、施工段階もしくは施工後に行うこととする。

3. 7 住民参画による管理軽減

(1) 検証の目的

露出配管については、通常の埋設と違い、外観等を直に確認することが可能である。したがって、異常の早期発見など、維持管理についても周辺住民の協力を得ることが考えられる。

(2) 検証方法

供用開始前に周辺住民への維持管理ルール（異常の発見、通報方法等）の提示、説明を行い、供用開始後において提示した維持管理ルールへの住民協力度を整理する。また、実際に行った住民参加の維持管理事例の整理を行う。必要に応じて、アンケート調査を行う。

(3) 検証時期・検証頻度

供用開始後に、1年間継続調査

3. 8 景観への影響

(1) 検証の目的

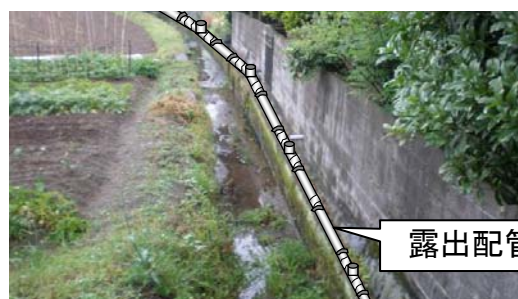
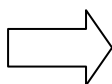
露出配管については、通常の埋設と違い、住民に対して直接的に目に触れる施設となる。したがって、露出配管の設置前と設置後の景観変化について、住民の意識を確認する。

(2) 検証方法

露出配管の設置前と設置後の写真を提示し、その景観変化についてのアンケートを実施し、住民の景観変化に対する意識を確認する。



設置前



設置後

(3) 検証時期・検証頻度

供用開始後に、1年間継続調査

3. 9 生活環境への影響

(1) 検証目的

露出配管としたことによる下水流下音における騒音や管きよ内の高温化による臭気の発生等、生活環境等への悪影響の有無を確認する。

(2) 検証方法

供用開始後、騒音、臭気等の住民からの苦情の有無を確認する。必要に応じてアンケート調査や臭気測定を行う。

同時に下水道管理者への住民からの苦情の件数及び内容の確認を行う。

(3) 検証時期・検証頻度

供用開始後に、1年間継続調査