

1. はじめに

1.1. 研究の背景

我が国の下水道管渠ストックは着実に蓄積され、令和元年度末現在で約 48 万km（地球約 12 周分）となっており（図 1-1）、都市における衛生の確保および生活環境の改善等に貢献してきた。その一方で、標準耐用年数の 50 年を経過した管渠の延長は令和元年度末時点で約 2.2 万 km（総延長の 5%）だが、10 年後は 7.6 万 km（16%）、20 年後は 17 万 km（35%）と今後急速に老朽管が増加する見込みである。また、令和元年度には下水道管渠の老朽化等に起因する道路陥没は年間約 2,900 件発生している（図 1-2）。

平成 27 年には下水道法が改正され、腐食のおそれの大きい箇所は 5 年に 1 回以上の点検や異常判明時の措置等が地方公共団体に義務づけられ、法定事業計画に基づく現場での点検調査が本格化してきている。

これまで、国土交通省や企業等において、管路の点検調査の効率化や高速化を目的に、机上スクリーニング手法の検討や点検調査技術の開発等に取り組んで来ているが、地方公共団体の下水道職員数の減少や人口減少による下水道使用料収入の減少など執行体制や財政状況が厳しくなる中、国土交通省は、地方公共団体におけるより効率的な管路の点検・調査や管路管理に係るコストの最適化等が促進されるよう、管路の総合的なマネジメントを実践するための方策を提示していく必要がある。

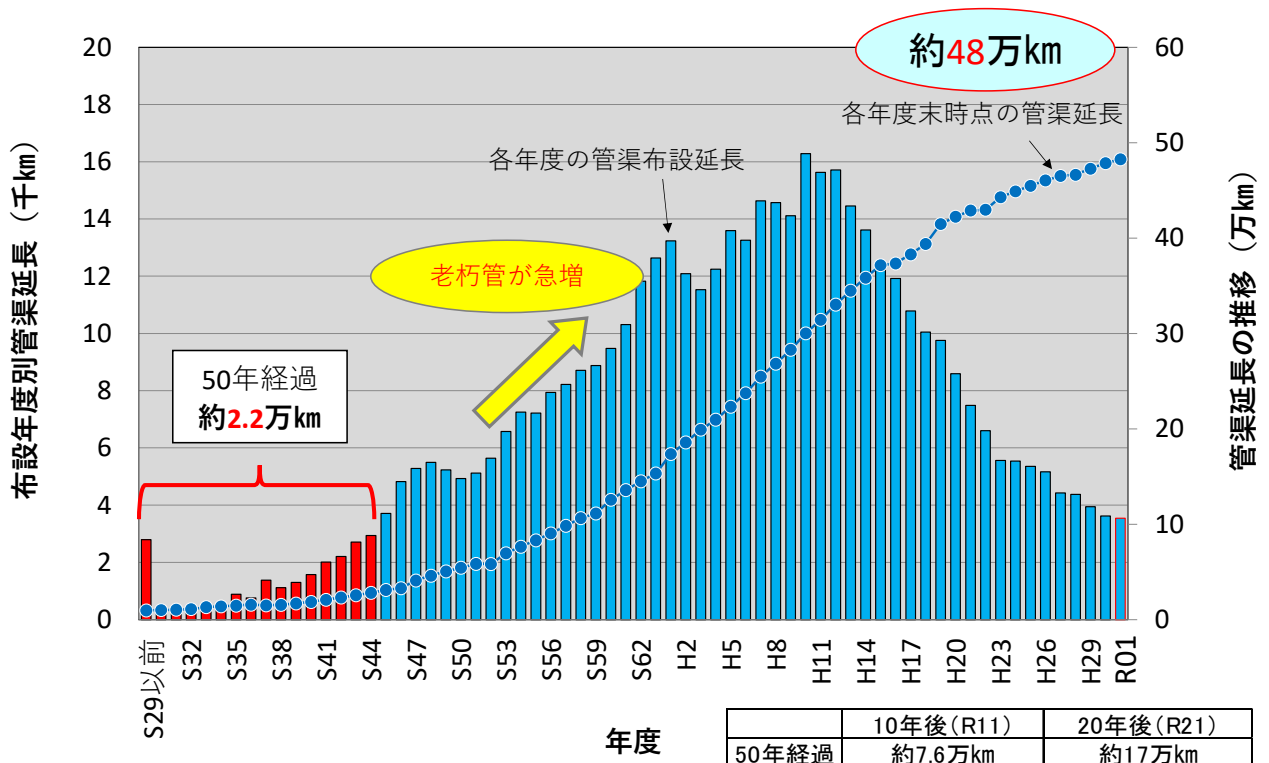


図 1-1 管渠の布設年度別整備延長と累積管理延長

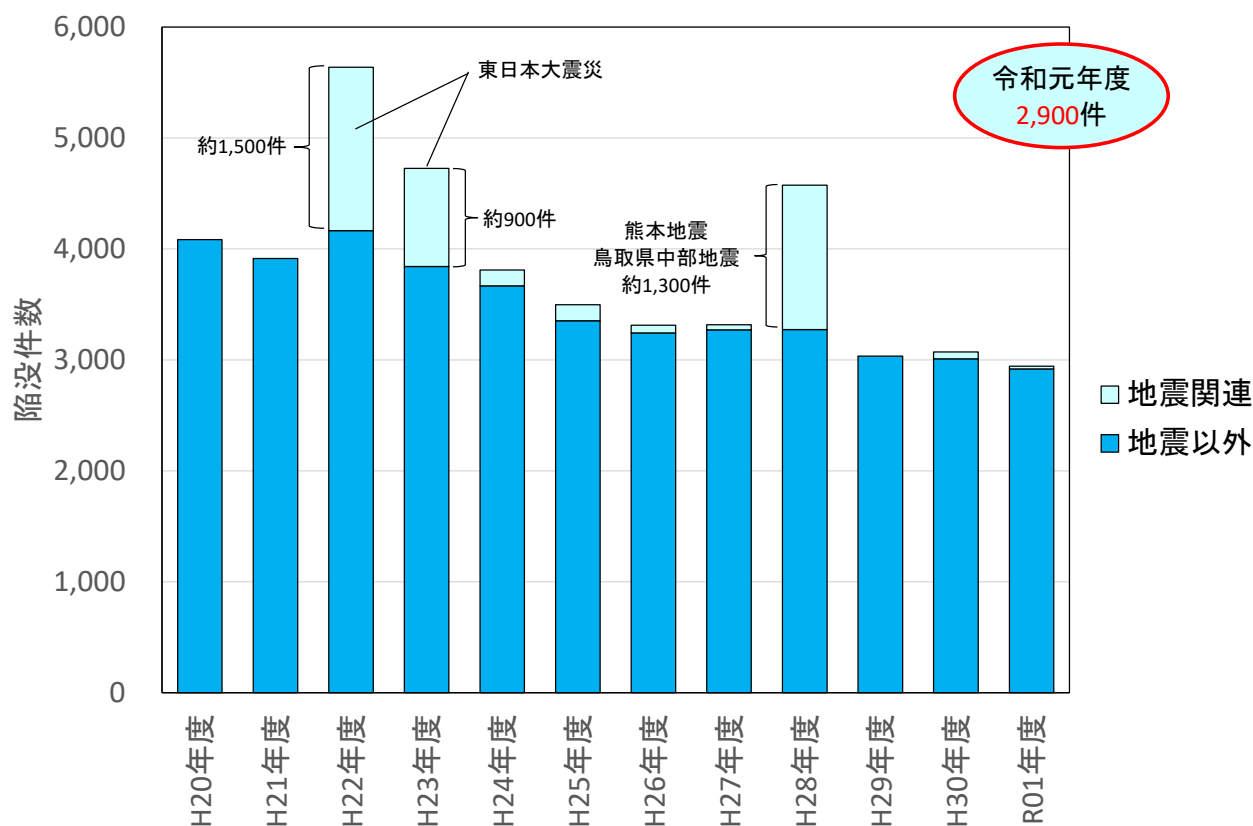


図 1-2 下水道管路に起因した道路陥没件数の推移

1.2. 課題

国土交通省は平成 27 年 11 月に、地方公共団体が下水道施設の総合的なマネジメントを実践する上での参考資料として、「下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン-2015 年版-（以下、「ストックマネジメントガイドライン」という。）²⁾」を公表した。ストックマネジメントガイドラインには、下水道施設のストックマネジメントの全体像として、図 1-3 に示すフローチャートを提示している。これまで、地方公共団体やそれらを支援する公的団体およびコンサルタント等は、原則としてこのストックマネジメントガイドラインに示された考え方や手法に基づき、ストックマネジメント計画の策定、点検・調査計画の策定、修繕・改築計画の策定、計画に基づく実施等に取り組んでいる。そうした中、ストックマネジメントの実施フローを遂行して行く上で、以下 2 つの課題が明らかになってきている。

【課題①】管材の種類等に応じた点検・調査技術選定の具体的な手法がストックマネジメントガイドラインで解説されていないことに加え、スクリーニング調査方法など新技術の開発加速により技術の多様化が進み、予算・人材の限られる中小都市では効率的な点検・調査手法を適切に選定することが困難である。

【課題②】平成 27 年の下水道法改正等により、地方公共団体において下水道管路の点検・調査が進み、点検・調査結果等の情報が蓄積されつつあるが、これら維持管理情報を生かして効率的な修繕・改築工法を選定する具体的な手法が確立されていない。

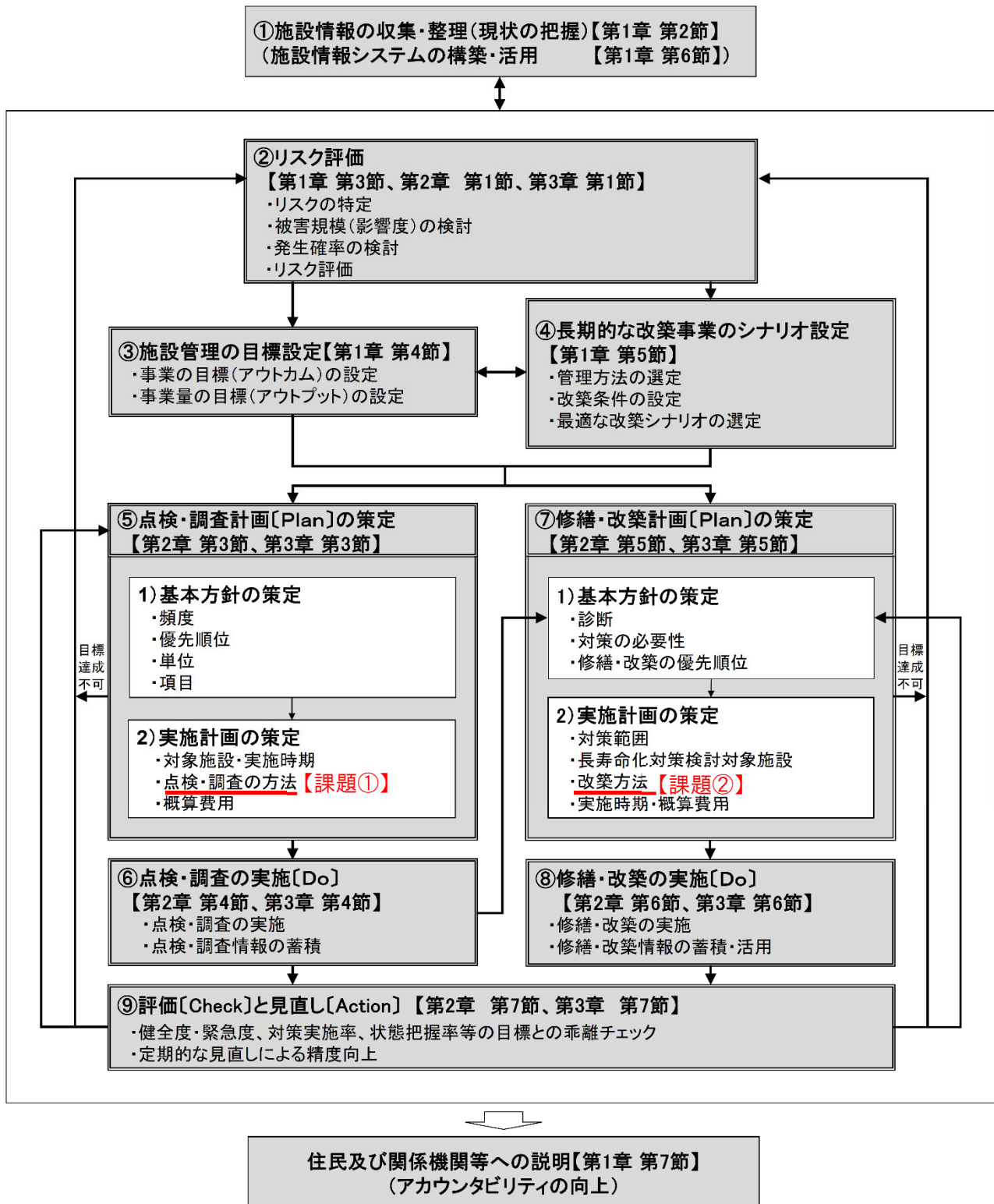


図 1-3 スtockマネジメントガイドラインにおけるStockマネジメント実施フローの全体像²⁾
 (赤字部分加筆)

1.3. 研究の目的と目標

上述の背景と課題を踏まえ、本研究は、地方公共団体における管路の総合的なマネジメントの実践

を促進するための具体的な手法を提示することを目的とし、以下の項目を開発目標として実施した。
【研究目標①】 管材の種類などに応じた点検・調査技術の選定手法を開発する。
【研究目標②】 維持管理情報を活用した修繕・改築工法の選定手法を開発する。

1.4. 研究内容

開発目標①と②に対応した研究内容を以下に示す。研究フローを図 1-4 に示す。

開発目標① 管材の種類などに応じた点検・調査技術の選定手法を開発（2章）

- ・①-1 「下水道管きょ劣化データベース」の充実、劣化傾向分析、健全率予測式を作成した。
- ・①-2 点検・調査技術の性能等の実態把握を行い体系化した。
- ・①-3 施設の重要度に応じた点検・調査頻度の設定方法を検討した。
- ・①-4 管種に応じた効率的な点検・調査技術の選定手法を検討した。
- ・①-5 ケーススタディによりスクリーニング調査導入効果および社会情勢変化の影響を評価した。

開発目標② 維持管理情報の活用による修繕・改築工法の選定手法の開発（3章）

- ・②-1 修繕・改築工法の実態把握・工法選定に必要な情報を整理した。
- ・②-2 維持管理情報に基づく修繕・改築工法の選定手法を検討した。

研究目的	研究目標	研究内容	実施年度			
			平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度
効率的かつ実効性のある管路マネジメントサイクルの構築を実現し、管路システムの持続的な機能確保及びコスト最適化を図る	①管材の種類などに応じた点検・調査技術の選定手法の開発	①-1 下水道管きょ劣化データベースの充実・劣化傾向分析・健全率予測式作成		■		
		①-2 点検・調査技術の性能等の実態把握・体系化	■			
		①-3 施設の重要度に応じた点検・調査頻度の設定方法の検討		■		
		①-4 管種に応じた効率的な点検・調査技術の選定手法の検討		■	■	
		①-5 ケーススタディによるスクリーニング調査導入効果・社会情勢変化の影響の評価				■
	②維持管理情報の活用による修繕・改築工法の選定手法の開発	②-1 修繕・改築工法の実態把握・工法選定に必要な情報の整理	■			
		②-2 維持管理情報に基づく修繕・改築工法の選定手法の検討		■	■	
		研究成果のとりまとめ				■

図 1-4 研究フロー

1.5. 研究の実施体制

本研究は、上述の研究内容を円滑かつ効果的に実施するため、図 1-5 に示すように、地方公共団体や民間企業との連携の下、点検・調査及び修繕・改築等の実施状況や技術等に関する情報を収集するとともに、これまで国総研や他研究機関で蓄積してきた管路劣化等に関する知見も活用して効果的に分析・

検討を行った。また、国土交通省下水道部と連携し、「維持管理情報等を起点としたマネジメントサイクル確立に向けたガイドライン³⁾」への反映等により成果の早期普及を図った。

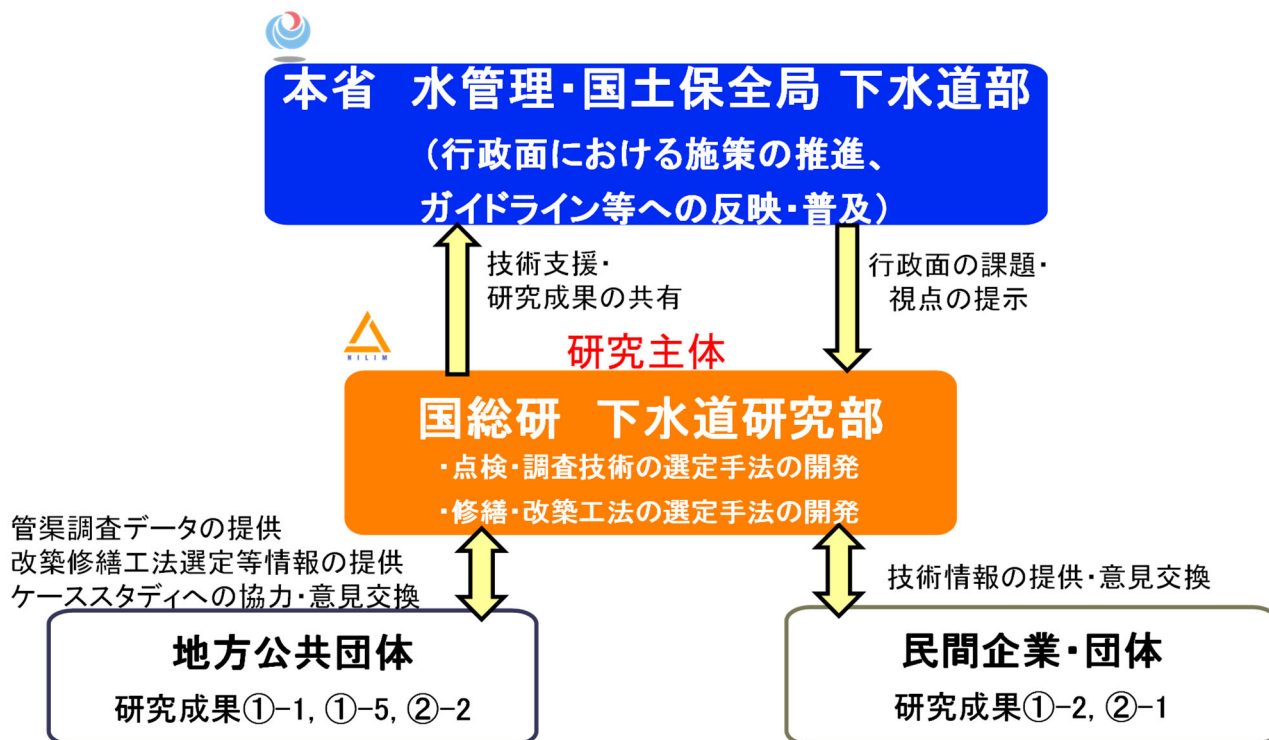


図 1-5 研究の実施体制

1.6. 用語の定義

本資料における主な用語の定義を以下に示す。

- ① **管路** 管渠、マンホール、雨水吐き室、吐き口、ます、取付け管等の総称⁴⁾。
- ② **管渠** 下水を収集し、排除するための施設⁴⁾。本資料では、排水管やボックスカルバート等を指し、マンホールや取付け管等は含まない。なお、固有名詞（例えば、「下水道管きょ劣化データベース」）又は、原典で「管きょ」と表記されている場合を除き、原則として「管渠」と表記する。
- ③ **異常** 点検および調査の結果発見される、管の腐食、破損、偏平、変形等の劣化および、管の流下能力に影響するたるみ、取付管の突出し等を総称したもの²⁾。（1.7 参照）
- ④ **点検** 施設の状態および異常の有無を確認すること。マンホール内部からの目視、地上からマンホール内に管口テレビカメラを挿入する方法等を用いる²⁾。
- ⑤ **調査** 施設の健全度評価等のため、定量的に劣化の実態や動向を確認するとともに原因を検討すること。調査員による管内潜行目視、下水道管渠用テレビカメラを挿入する方法等を用いる²⁾。
- ⑥ **修繕** 老朽化、故障、損傷した施設を対象として、所定の耐用年数内において機能を維持させるために行われるもの²⁾。
- ⑦ **改築** 更新または長寿命化対策により、所定の耐用年数を新たに確保するもの²⁾。
 - ・更新：既存の施設を新たに取替えること。
 - ・長寿命化対策：既存の施設の一部を活かしながら部分的に新しくすること。

1.7. 管渠の異常の種類

本報告書で取り扱う「管渠の異常の種類」と「各異常が発生する管種」を表 1-1 に示す。表 1-1 は「下水道維持管理指針（実務編）-2014 年版⁵⁾」を参考に作成した。また、異常の事例の写真を図 1-6 異常の例 (1)-(2) に示す。写真は「下水道管路管理マニュアル-2019⁶⁾」から引用した。

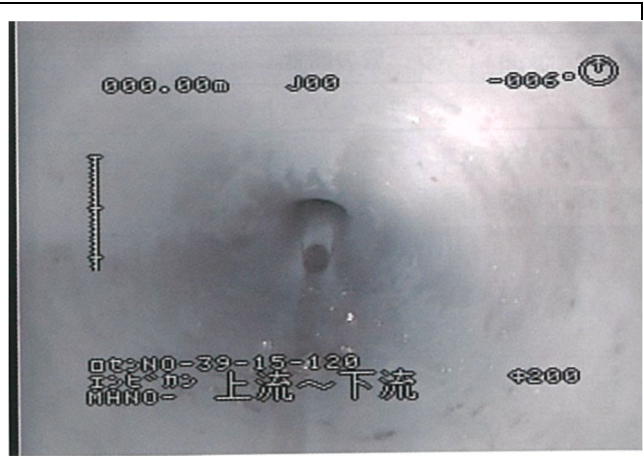
表 1-1 管渠の異常の種類と異常が発生する管種

番号	分類	異常の種類	異常が発生する管種	
			鉄筋コンクリート管等 及び陶管	硬質塩化ビニル管
1	劣化	管の腐食	○	—
2	流加能力低下	上下方向のたるみ	○	○
3	劣化	管の破損及び軸方向クラック	○	○
4	劣化	管の円周方向クラック	○	○
5	劣化	管の継手ズレ	○	○
6	劣化	扁平	—	○
7	劣化	変形	—	○
8	—	侵入水	○	○
9	流加能力低下	取付管の突出し	○	○
10	流加能力低下	油脂の付着	○	○
11	流加能力低下	樹木根侵入	○	○
12	流加能力低下	モルタル付着	○	○

下水道維持管理指針（実務編）-2014 年版-, p.112, 表 10.2.5 を参考に作成⁵⁾



1 管の腐食
(鉄筋コンクリート管の例)



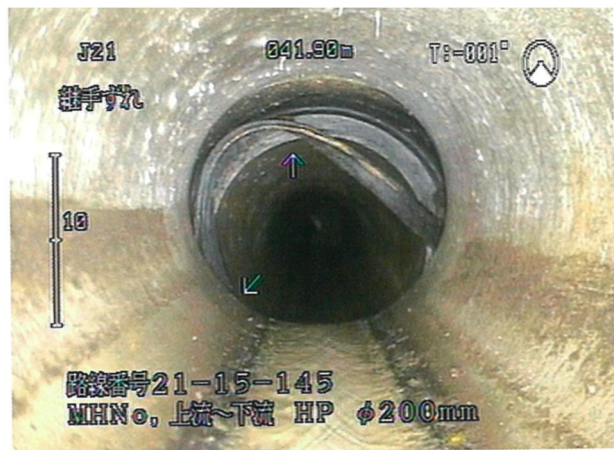
2 上下方向のたるみ
(硬質塩化ビニル管の例)



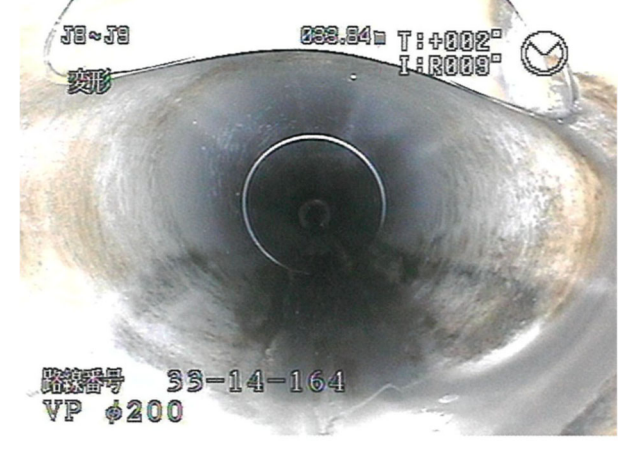
3 管の破損及び軸方向クラック
(鉄筋コンクリート管の例)



4 管の円周方向クラック
(鉄筋コンクリート管の例)



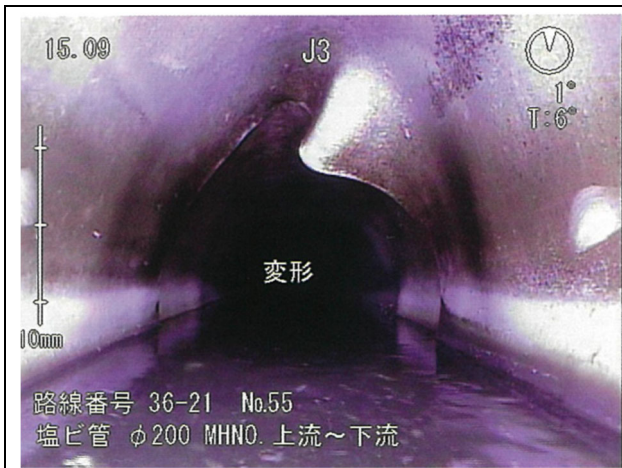
5 管の継手ズレ
(鉄筋コンクリート管の例)



6 偏平
(硬質塩化ビニル管の例)

写真は「下水道管路管理マニュアル-2019-より引用⁶⁾」

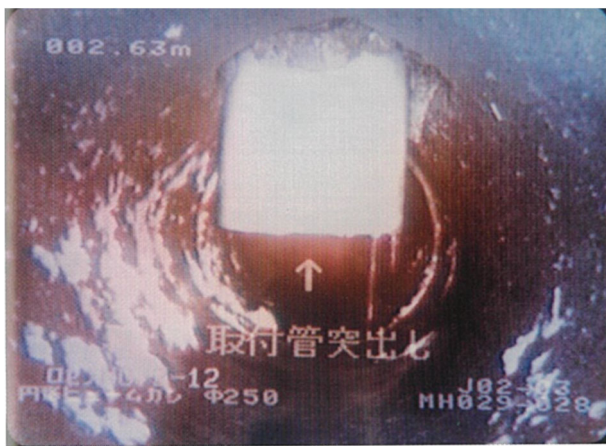
図 1-6 異常の例 (1)



7 変形
(硬質塩化ビニル管の例)



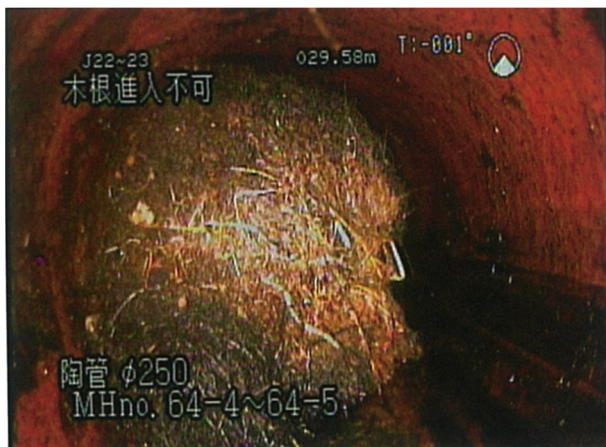
8 侵入水
(鉄筋コンクリート管の例)



9 取付管の突出し
(鉄筋コンクリート管の例)



10 油脂の付着
(硬質塩化ビニル管の例)



11 樹木根侵入
(陶管の例)



12 モルタル付着
(鉄筋コンクリート管の例)

写真は「下水道管路管理マニュアル-2019-より引用⁶⁾」

図 1-6 異常の例 (2)

1.8. 本研究の評価結果

本研究は、令和3年11月に「国土技術政策総合研究所研究評価委員会 第一部会」による終了時評価が行われ、以下の通り総合評価および指摘事項等が示された⁷⁾。本資料は、この評価結果で示された技術資料の整理の視点（下線部等）に留意し、取りまとめられた。

本資料作成にあたっては、データ提供で協力して頂いた地方公共団体に対してもメリットを提供できるよう、「下水道管きょ劣化データベース」の充実や劣化傾向分析、健全率予測式作成に留まらず、それらを活用した点検・調査技術、修繕・改築工法等など、新たな知見や手法を提示するとともに、フローチャート等を活用し、技術の選定方法に関しより理解しやすく表現するよう努めた。

【総合評価】

研究の実施方法と体制の妥当性については、地方公共団体や民間企業と連携し、点検・調査及び修繕・改築等の実施状況や技術等に関する情報を収集するとともに、これまで国総研や他研究機関で蓄積してきた知見も活用し効率的に研究を実施したことから、適切であったと評価する。

目標の達成度については、得られた成果を「維持管理情報等を起点としたマネジメントサイクル確立に向けたガイドライン」等に反映し、地方公共団体の実務で活用されていることから、目標を達成できたと評価する。下水道管きょ健全率予測式を定式化したことも大きな成果である。

今後は、点検・調査技術等の選定方法について、現場状況に即したマネジメントがより進むよう、地方公共団体にとってより分かりやすい形で技術資料等を整理されることを期待する。

【指摘事項等】

- 下水道管きょ劣化データベースの充実や劣化傾向分析、健全率予測式作成に際して、データ提供等で協力していただいた地方公共団体にとってのメリットも明示した形での成果公表が望ましい。
- A I による画像診断といった最新技術との組合せによる技術革新も期待する。
- 地方公共団体が詳細を把握、分析するための技術開発等（特にGISや位置情報等を用いた管理）も重要と考える。
- 重要度に応じた点検・調査頻度の設定方法やリスク保有額を勘案した点検調査技術の選定方法は実用的な提案であるため、他のインフラ部門への展開を期待する。技術の選定方法に関し、より理解しやすいフローチャートの整備も望ましい。
- 自治体協力による劣化データベースについて、充実度の定量的目標を持って実施できると良い。
- 実現場でどのように展開すべきかの方向性も提示する「総合マネジメント」の実現に向けた検討を、今後も継続していただきたい。

【参考文献】

- 1) 国土技術政策総合研究所. B-DASH プロジェクト No.7 スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術導入ガイドライン（案）. 2015, 国総研資料第 876 号.
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局, 国土技術政策総合研究所下水道研究部. 下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン-2015年版-.
<https://www.mlit.go.jp/common/001110722.pdf>

- 3) 国土交通省下水道部; 国総研下水道研究部. 維持管理情報を起点としたマネジメントサイクル確立に向けたガイドライン (管路施設編) -2020年版-.
<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/content/001338706.pdf>
- 4) 公益社団法人日本下水道協会. 下水道用語集, 2000年版
- 5) 公益社団法人日本下水道協会. 下水道維持管理指針 (実務編) -2014年版-. 2014, p. 112.
- 6) 公益社団法人日本下水道管路管理業協会. 下水道管路管理マニュアル-2019-. 2019, p. 125-134.
- 7) 令和3年度第5回国土技術政策総合研究所研究評価委員会 (第一部会) 資料,
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/hyouka/R3/r3_b5.html