

下水道管路における道路陥没の実態と 新たな点検調査手法の提案

田本典秀・原口 翼・岡安祐司

1. はじめに

平成30年度末現在、全国の下水道管路総延長は約48万kmに達しており、そのうち標準耐用年数50年を超える老朽管は約1.9万kmである（図-1）。また、下水道管路に起因する道路陥没発生件数は、毎年約3,000件以上発生している。今後、老朽管の割合は急激に増加することが見込まれることから、下水道管路施設の老朽化等に起因する重大事故の発生リスクは高まっていくことが予測される。このような中、平成29年に国土交通省が策定した「新下水道ビジョン加速戦略」¹⁾では、重点項目の一つとして「マネジメントサイクルの確立」が掲げられ、適切な施設管理の実現及び持続可能な下水道事業運営の推進に向けた施策を講じていくこととされている。

このため、国土交通省国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という。）では、老朽管の劣化特性や道路陥没の発生傾向を把握するとともに、下水道管路の維持管理の効率化に繋がる点検調査や改築修繕に関する技術について、研究開発に取り組んでいるところである。本稿では、下水道管路に起因する道路陥没の実態と下水道管路の点検調査に関する国総研の研究結果について報告する。

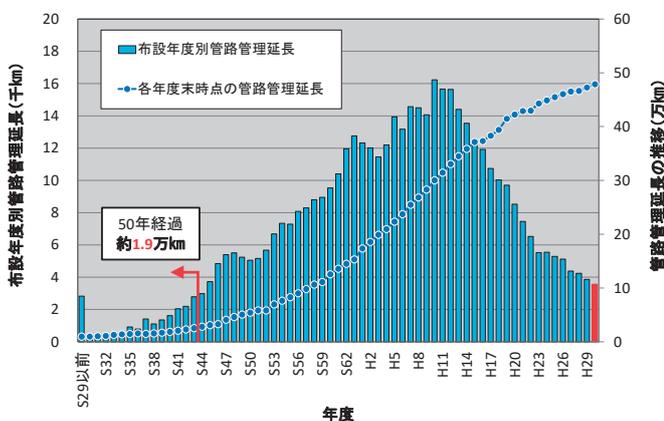


図-1 下水道管路管理延長の推移（全国）

2. 下水道管路に起因する道路陥没調査

2.1 道路陥没発生の現状

下水道管路に起因する道路陥没の実態を把握するため、国総研では平成18年度から毎年継続的に下水道事業を実施する地方公共団体（約1,600団体）を対象にアンケート調査を行っている。本稿では、平成30年度に発生した道路陥没について調査した令和元年度の調査結果（以下「本調査」という。）を示す。なお、調査方法（アンケート内容）については、文献²⁾に詳述されているが、分析に際しては、集計したデータは各団体からの回答を基に作成しており、国総研でそれぞれの陥没箇所を直接調査したものでないことに注意が必要である。

図-2は全国における下水道管路に起因する道路陥没件数の推移である。平成30年度は3,072件の道路陥没が発生した。10年前（平成20年）と比較すると約1,000件減少しており、近年も微減または横ばいの傾向にある。

2.2 道路陥没の発生要因の分析

図-3は原因施設または陥没位置別に道路陥没発生件数の割合を示したものである。取付管（公共ますと下水道の本管を繋ぐ管）に起因する道路陥没が全体の約6割を占める。

また、陥没深さについて、図-4、図-5は陥没深さ、幅をそれぞれ示している。深さについては全

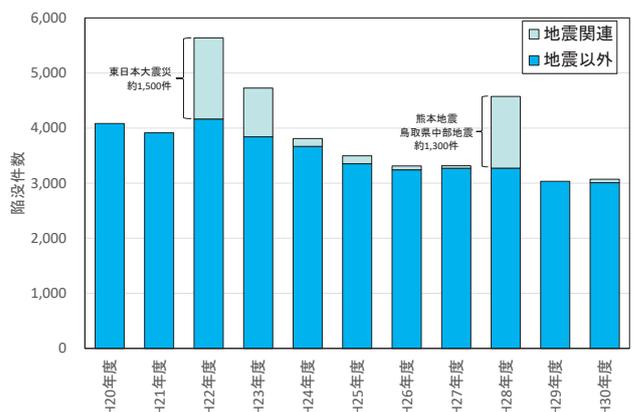


図-2 下水道管路に起因する道路陥没件数の推移（全国）

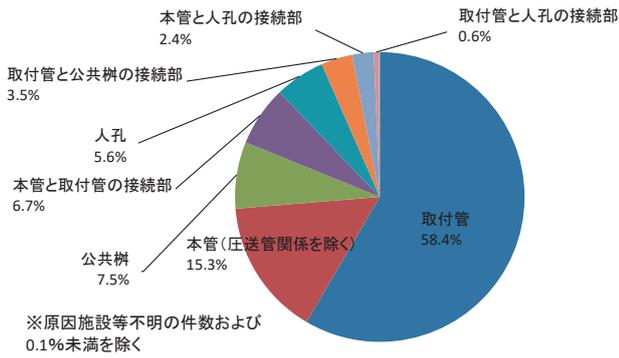


図-3 原因施設・陥没位置別の道路陥没発生件数の割合

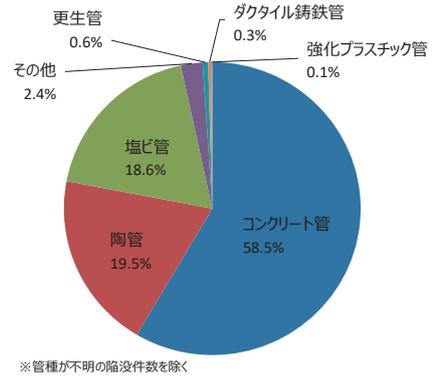


図-6 本管に起因する道路陥没における管種の割合

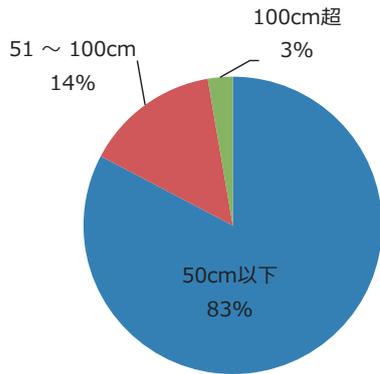


図-4 陥没深さの割合

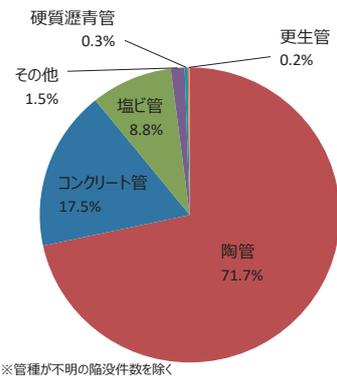


図-7 取付管に起因する道路陥没における管種の割合

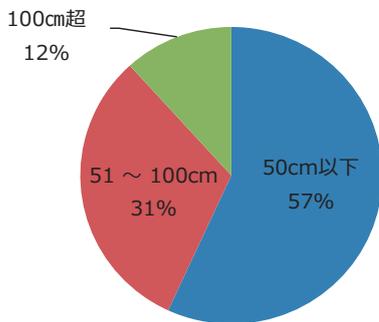


図-5 陥没幅の割合

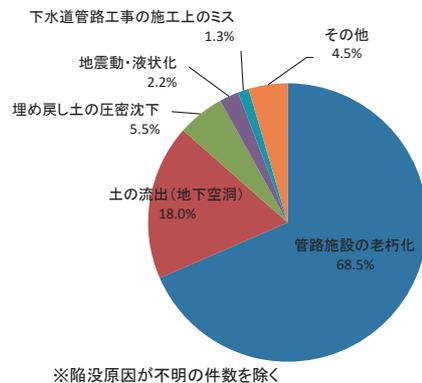


図-8 下水道管路起因の道路陥没における直接的原因に示す。原因の3分の2以上が管路施設の老朽化との回答であり、次いで地下空洞等が続いている。

体の83%が50cm以下、幅については全体の57%が50cm以下であり、下水道管路に起因する陥没においては、多くが比較的小規模であるといえる。

2.3 管種の影響

図-6、7は本管、取付管に起因した道路陥没件数の割合を管種別にそれぞれ示したものである。本管関連では、コンクリート管が半数以上を占めており、続いて陶管・塩ビ管が約2割ずつを占める結果であった。一方、取付管関連では陶管が約7割を占めており、図-3の結果を踏まえると、全陥没件数(約3,100件)の概ね半数近くは陶管の取付管に起因するものであることが分かる。

2.4 道路陥没の原因

本調査では、道路陥没が発生した直接的な原因について各団体に質問しており、その結果を図-8

3. 最適な点検調査頻度の検討

3.1 下水道管路の点検調査頻度の設定手法

膨大なストックを抱える下水道管路において、道路陥没のリスクを低減するためには、参考文献1)に示されている「マネジメントサイクルの構築」の考え方を踏まえ、効率的・効果的な点検調査に基づく修繕改築が不可欠である。

「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」では、個々の管路施設で劣化状況・劣化発生要因は様々であることから、点検調査の頻度を一律で設定すること

は効率的でなく、個々の施設情報や過去の点検調査結果等に基づき、経年劣化進行度や重要度等を勘案して設定することが望ましい³⁾とされている。

国総研では、地方公共団体から収集した下水道管きよの劣化に関するデータを基に「健全率予測式」を作成しており、これまで健全率予測式を用いた点検調査頻度の設定方法を提示してきた⁴⁾。本研究では、健全率予測式を基に、修繕や改築等の対策を実施すべき緊急度に遷移する時期から点検調査頻度を算出することを試みた。

実際には、修繕や改築等の対策を判断する緊急度は地方公共団体により考え方が異なるが、本研究では緊急度Ⅰ及びⅡを対策実施すべき緊急度とした⁶⁾。また、本研究では施設の重要性を、図-9に示すように道路陥没事故等が発生した際の社会的影響の大きさを考慮して「最重要管理」、「重要管理」、「通常管理」の3つに分類した。

次に、修繕等何らかの対応が必要となる緊急度Ⅰ及びⅡの下水道管路の割合を「劣化保有率」、健全率予測式の健全率の最大値である1.0 (=全管路が健全)を劣化保有率0%、とそれぞれ定義した。更に、劣化保有率については施設の重要性に応じて「最重要管理：5%」、「重要管理：20%」、「通常管理：40%」と、重要性の高い管路の劣化保有率が低くなるよう設定し、施設の重要性ごと

凡例	ランク	該当施設	重要性の区分
→	a	社会的な影響が大きな施設 (緊急輸送路下に布設された管きよ、河川を横断する管きよ等)	最重要管理
→	b	機能上重要な施設	重要管理
□	c	上記以外	通常管理

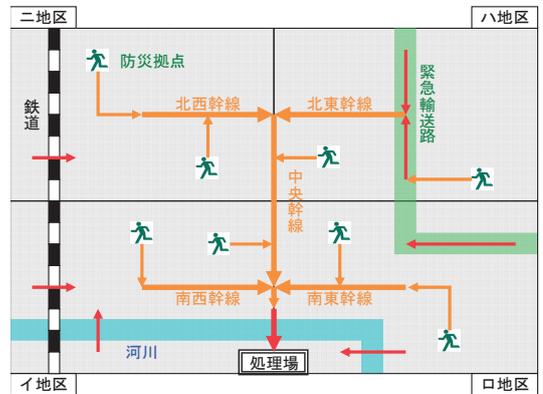


図-9 道路陥没等発生時の社会的影響の大きさを考慮した施設の重要性区分

の劣化保有率と健全率予測式の交点を点検調査の着手時期として管種ごとに求めた。なお、算出に際し、コンクリート管及び陶管にあつてはワイブル分布式を、塩ビ管にあつては調査データが少なく正確なワイブル分布式を得ることができなかったため、マルコフ遷移確率モデルによる式をそれぞれ用いることとし、健全率予測式は国総研が平成30年度までに全国の地方公共団体から収集したデータから作成した⁵⁾。

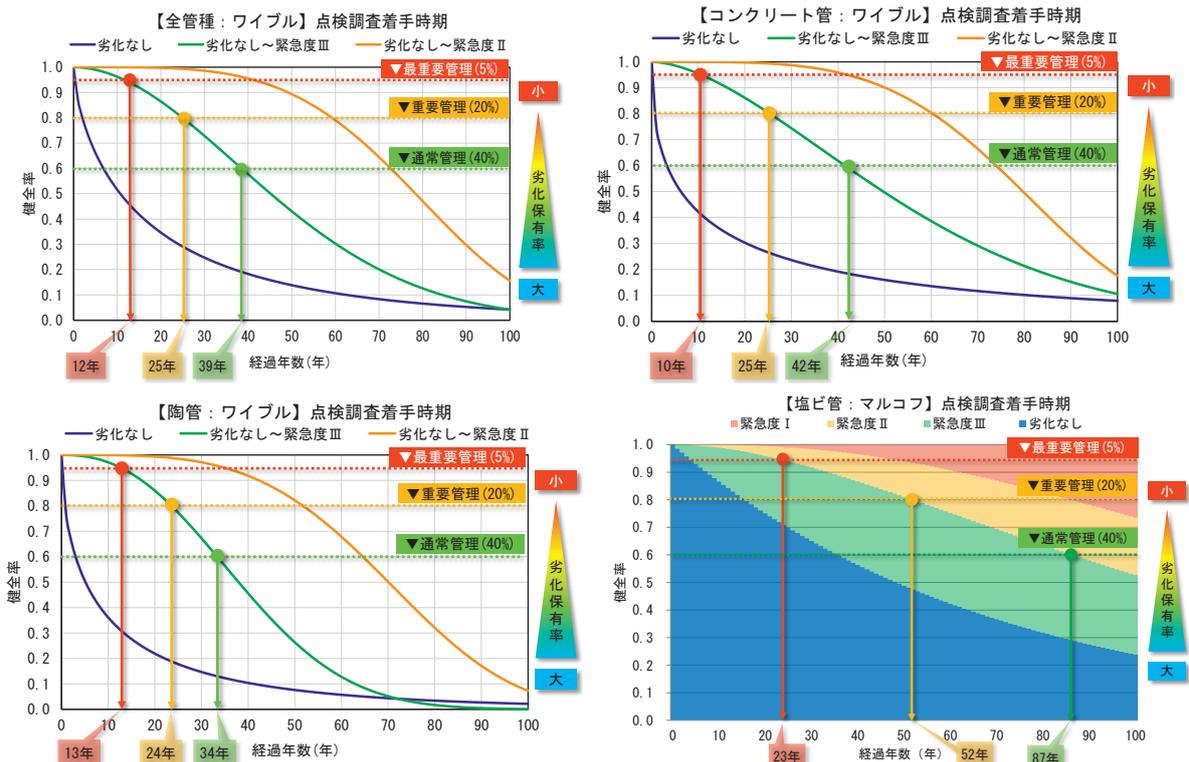


図-10 管種ごとの点検・調査着手時期の設定

表-1 施設重要性に応じた点検調査着手の時期・頻度の設定例

頻度	前回点検・調査結果			最重要管理	重要管理	通常管理
	管種	判定	対策区分			
着手時期 (1回目)	全管種	—	—	10年	25年	40年
	コンクリート管	—	—	25年	50年	35年
	陶管	—	—	25年	50年	50年
	塩ビ管	—	—	25年	50年	50年
頻度 (2回目以降)	全管種	劣化なし	—	10年	25年	40年
		緊急度Ⅰ	改築を実施	10年	25年	40年
		緊急度Ⅱ	必要に応じて修繕を実施	5年	10年	20年
	コンクリート管	劣化なし	—	10年	25年	40年
		緊急度Ⅰ	改築を実施	10年	25年	40年
		緊急度Ⅱ	必要に応じて修繕を実施	5年	10年	20年
	陶管	劣化なし	—	10年	25年	35年
		緊急度Ⅰ	改築を実施	10年	25年	35年
		緊急度Ⅱ	必要に応じて修繕を実施	5年	10年	15年
	塩ビ管	劣化なし	—	25年	50年	50年
		緊急度Ⅰ	改築を実施	25年	50年	50年
		緊急度Ⅱ	必要に応じて修繕を実施	10年	25年	25年

3.2 結果

3.1で述べた手法により点検調査着手時期を算出した結果を図-10に示す。コンクリート管及び陶管については、最重要管理は約10年、重要管理は約25年となり、通常管理の着手時期は、コンクリート管約40年、陶管約35年と異なる結果となった。一方、塩ビ管は最重要管理約25年、重要管理約50年であったが、通常管理は87年と調査着手まで相当長期間となることから、通常管理は標準耐用年数である50年と設定した。なお、塩ビ管の劣化に関する調査データについては十分な数を収集できているとは言い難く、引き続きデータを蓄積していくことが課題である。

また、2回目以降の点検調査の実施時期は、前回の点検調査における緊急度の判定結果により次回の点検調査時期が変わるように検討した。また、前回の点検調査時に緊急度Ⅰ及びⅡと判定された場合、改築（布設替えまたは更生）を実施するものとして初回の点検調査の着手時期と同様とした。また、劣化なしと判定された場合も初回の点検調査の着手時期と同じ年数とした。

緊急度Ⅲと判定された場合は、必要に応じて修

繕を実施することとし、予防保全の観点から、次回の点検調査時期を初回の点検調査の着手時期（年数）の概ね1/2以下と設定した。

以上を踏まえ、管種や施設の重要性に応じた点検調査着手時期と頻度に関する試算結果を表-1に示す。なお、試算結果については5年単位に丸めて表示した。今後は各地方公共団体において任意に条件を設定し、地域の特性を踏まえた検討が行われることが期待される。

4. おわりに

全国の地方公共団体が予算・人員（技術力）に強い制約を受ける中、下水道のマネジメントサイクルを確立し、効果的にこれを運用していくためには、その基礎となる点検調査を計画的かつ効率的に実施し、情報を蓄積することが重要である。今後は、各地方公共団体の特性に応じた最適な点検調査技術の選定方法に関する研究を進めていく予定である。なお、本稿で述べた成果の一部は参考文献3)に反映されている。

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部：新下水道ビジョン加速戦略、2017
- 2) 横田敏宏、深谷涉、宮本豊尚：下水道管路施設に起因する道路陥没の現状、国土技術政策総合研究所資料、No.668、2012
- 3) 国土交通省下水道部、国土技術政策総合研究所下水道研究部：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（管路施設編）、2020
- 4) 深谷涉、宮本豊尚、野澤正裕、横田敏宏：下水道管きよの調査頻度に関する提案、下水道協会誌論文、Vol.49、No.600、2012
- 5) 岡安祐司、川島弘靖、原口翼：令和元年度下水道関係調査研究年次報告書集、国土技術政策総合研究所資料（印刷中）
- 6) 日本下水道協会：下水道維持管理指針 実務編-2014年版-、2014

田本典秀



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室主任研究官
TAMOTO Norihide

原口 翼



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室交流研究員
HARAGUCHI Tsubasa

岡安祐司



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室長、博士（工学）
Dr. OKAYASU Yuji