

下水道管路の異常と道路陥没の関係性

竹内大輔・深谷 渉・宮本豊尚・横田敏宏

1. はじめに

我が国の下水道管路の総延長は、2015年度末で約47万kmに達しており、うち約1万kmは布設後の経過年数が50年を超過している。また、下水道管路起因の道路陥没件数が3千件/年を超え、将来的に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が高まることが危惧されている。

道路陥没の未然防止および発生件数の抑制は、下水道事業者の喫緊の課題である。

そのため、下水道管路に起因する陥没の傾向を見極め、その結果を下水道管路管理に反映させることを目的とし、道路陥没調査結果を基に管路の異常と道路陥没の関係性を分析した。

2. 下水道本管起因道路陥没件数のマクロ的な傾向

下水道管路起因の道路陥没の発生傾向を明らかにするため、国土技術政策総合研究所が下水道事業着手済みの地方公共団体を対象に2006～2015年度に道路陥没の実態調査を実施した。その調査データ(以下「陥没データ」という。)から陥没規模が判明している2009～2015年度のデータを抽出し、陥没の発生箇所(下水道管路の施設部位)、陥没規模について整理を行った。

図-1は、全陥没における発生箇所の割合を示しており、取付管周辺の陥没割合が59%を占め、本管周辺の陥没割合(26%)よりも多くなっている。一方、陥没規模が幅1m×深さ1m以上の陥没に限定すると、

本管周辺の陥没割合が50%、取付管周辺の陥没割合が34%と傾向が逆転する傾向にあり(図-2参照)、本管周辺の陥没の方が、事故発生時の社会的リスクが大きくなる原因の一つであると考えられる。

図-3は本管周辺陥没の管種別割合、図-4は本管周辺陥没の管種別陥没原因割合を示したものである。

本管周辺陥没件数の59%が鉄筋コンクリート管で、その内、構造的な異常である破損、継手ズレ・接合不良が67%を占めた。陶管は、本管周辺陥没件数の21%を占め、その内、破損、継手ズレ・接合不良が64%であった。塩化ビニル管は同15%で、その内、埋戻土沈下が47%、破損、継手ズレ・接合不良が20%であった。

以上より、鉄筋コンクリート管および陶管は破損、継手ズレ・接合不良等の管材の構造的異常、塩化ビニル管は埋戻土の沈下等の施工上の理由による陥没発生の割合が多いことが分かった。

3. 管路の異常と道路陥没の関連性の分析

前述の結果を踏まえ、道路陥没原因のミクロ的な傾向として、鉄筋コンクリート管の継手ズレ、破損の異常と道路陥没の関連性の分析を行う。

管路は30年経過すると陥没の発生確率が増加するという報告があることから、過去10年間の陥没調査結果の陥没データを、前半5年(2006～2010年度)、後半5年(2011～2015年度)に区分し検証した。

鉄筋コンクリート管の継手ズレによる陥没件数

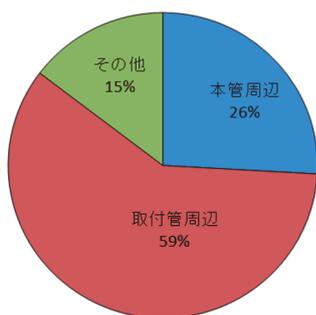


図-1 陥没発生箇所割合 (全陥没)

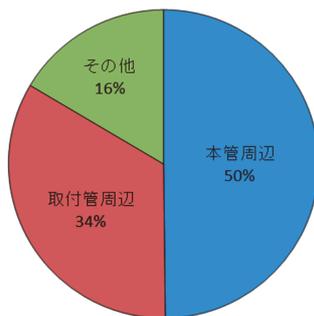


図-2 陥没発生箇所割合 (幅1m×深さ1m以上の陥没)

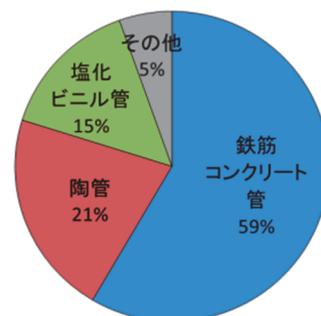


図-3 管種別割合 (本管周辺の陥没)

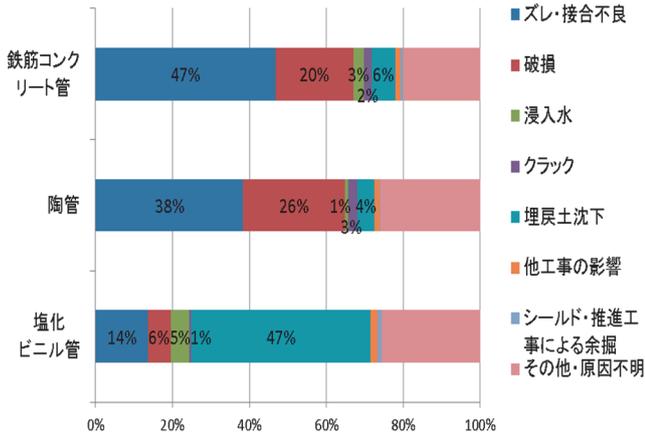


図-4 管種別の陥没原因割合

を経過年数と布設年度で集計したグラフを図-5、図-6に、破損による陥没件数を経過年数と布設年度で集計したグラフを図-7、図-8に示す。

どちらも、経過年数では陥没数のピークが後半5年分の方が遅く、延長当たり陥没件数の増加傾向、ピークがずれているのに対し、布設年度では陥没件数および延長あたり陥没件数のピークと増加傾向が概ね一致する。これは、陥没の発生傾向が布設年度に影響されていると推察される。なお、陥没件数と延長当たり陥没件数では、各年度の整備延長が異なるためピーク値発生時期が異なっている。

次に、鉄筋コンクリート管の継手ズレ、破損の

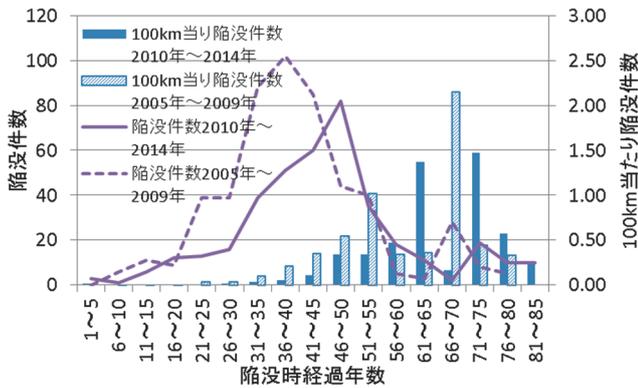


図-5 経過年数別陥没件数 (継手ズレ)

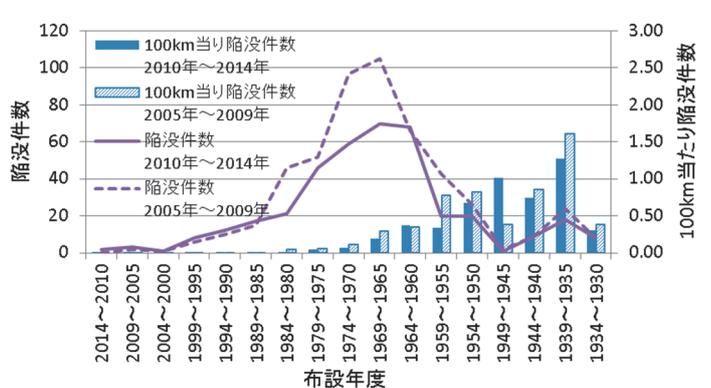


図-6 布設年度別陥没件数 (継手ズレ)

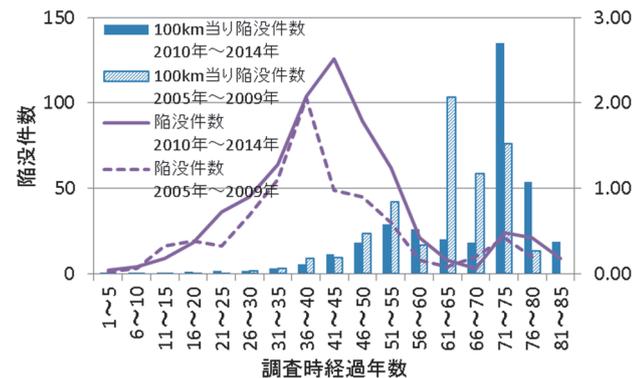


図-7 経過年数別陥没件数 (破損)

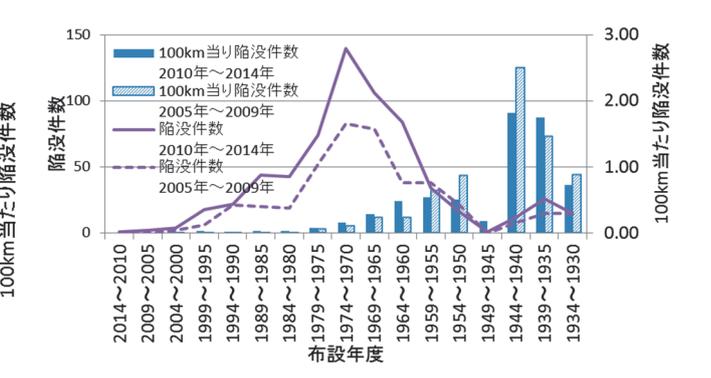


図-8 布設年度別陥没件数 (破損)

異常と道路陥没の関連性の分析に先立ち、継手ズレは、継手の形状等が布設年代により異なることから、鉄筋コンクリート管の過去の規格変遷を整理する。

鉄筋コンクリート管の規格には、日本工業規格 (JIS) と日本下水道協会規格 (JSWAS) の2種類があり、全国ヒューム管協会ホームページ²⁾を参考に規格制定・改定の時期および内容を整理すると表-1となる。

表-1 日本工業規格と日本下水道協会規格の変遷

年	規格	継手
1950年	JIS制定	継手はカラー型のA形継手のみ
1965年	JIS改正	カラー型のA形継手に加え、ゴム輪付きソケット型のB形継手の追加
1968年	JSWAS制定	呼び径1000mm~2400mm (継手は、A形、B形およびC形)
1974年	JSWAS改正	呼び径200mm~3000mmに拡大 小口径管 (φ700mm以下) の継手は、A形とB形のみ

日本工業規格 (JIS) は1950年に制定され、1965年にカラー型のA形管 (図-5参照) に加えゴム輪付きソケット型のB形管 (図-6参照) の規格が追加され、施工性、水密性の向上が図られた。日本下水道協会規格 (JSWAS) は1968年に制定され、1974年の改正時に小口径管の規格が追加された。

最も古い規格のA形継手は、1984年の下水道施設

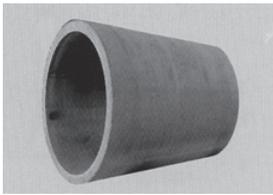


図-9 A形管³⁾

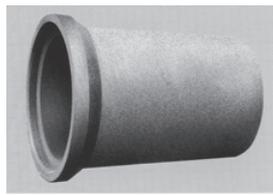


図-10 B形管³⁾

設計指針と解説⁴⁾に「カラー継手は、屈とう性に乏しく、湧水の排水が困難なところでは施工が難しいという問題点があることが古くから指摘されている。」との記載がある。

そこで、1974年は下水道用資機材として規格と検査方法が統一され、より高い品質の製品が製造されるようになった。よって、1965年、1974年が、管路性能に関する規格が大きく変わった時期の境界と考え分析を行った。また、経過年数と管路の規格(布設年度)のどちらが、継手ズレ、破損の異常やそれらに伴う道路陥没に影響しているかの分析も行った。

次に、継手ズレ、破損が発生しているスパン割合(以下「異常発生割合」という。)を管路の規格変遷ごとの年代(1950～1964年度、1965～1973年度、1974年度以降)に分け、経過年、布設年度で

分析し、陥没の発生傾向の関連性について検証した。異常発生割合は、国総研の所有する管路劣化データベース(以下「劣化DB」という。)⁵⁾を使用し算出した。なお、戦前のデータ数はほとんどないことから、1950年以降のデータを基に、戦前より下水道事業に着手した政令市を含む4都市の鉄筋コンクリートに関するデータを抽出し、規格の変遷の年代区分により、異常発生割合を経過年数と布設年度で集計した。

継手ズレおよび破損の経過年数別異常発生割合、布設年度別異常発生割合をそれぞれ、図-11～図-14に示す。

継手ズレについては、経過年、布設年度とも管路規格で分類した各年代区分で異常発生割合が概ね一定であり、規格の改定ごとに異常発生割合が減少している傾向が見られた。このことから、規格の改定により性能や品質の向上が影響していると推察される。

破損については、1974年以降の年代区分のものは、布設年度別、経過年度別ともに異常発生割合は概ね一定であり、古い年代のものに比べ割合も減少している傾向が見られることから、規格の改定により性能や品質が向上しているものと推察される。

一方、1973年以前の年代区分の近似線は、経年的に異常発生割合が一定の割合で増加している傾向

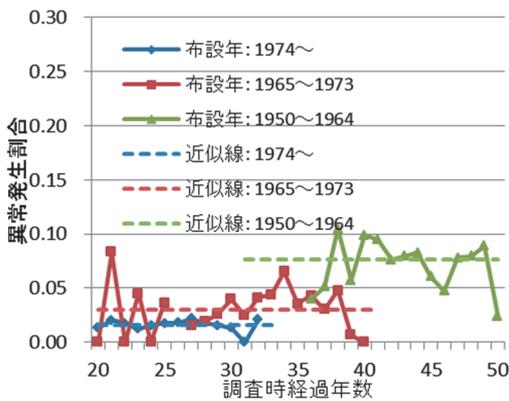


図-11 経過年数別異常発生割合(継手ズレ)

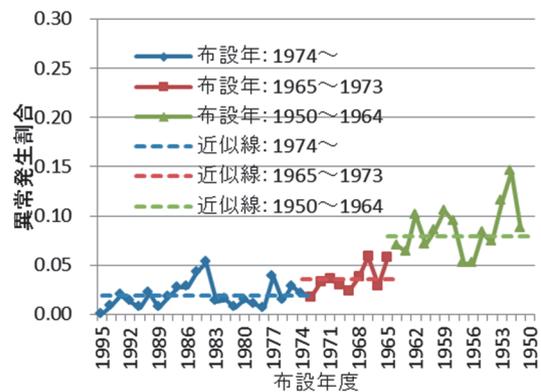


図-12 布設年度別異常発生割合(継手ズレ)

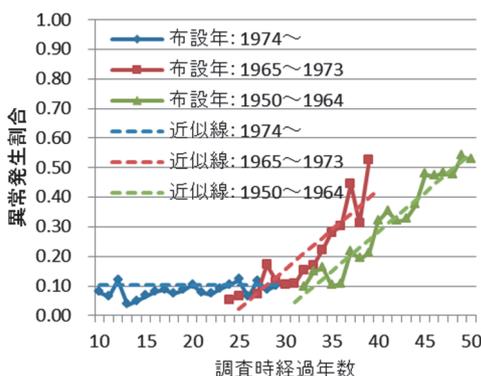


図-13 経過年数別異常発生割合(破損)

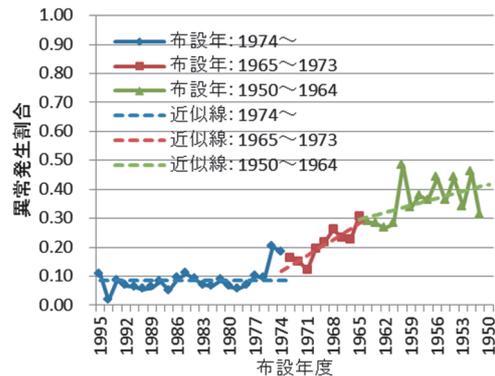


図-14 布設年度別異常発生割合(破損)

にあることから、腐食に伴う破損等の経年的に劣化が進行するとされる要因も影響していると推察される。

図-15、図-16は、継手ズレおよび破損の異常発生割合と延長当りの道路陥没件数の分布図である。

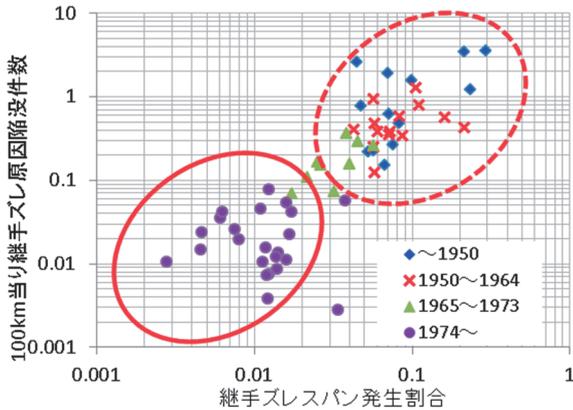


図-15 異常発生割合×陥没件数分布図（継手ズレ）

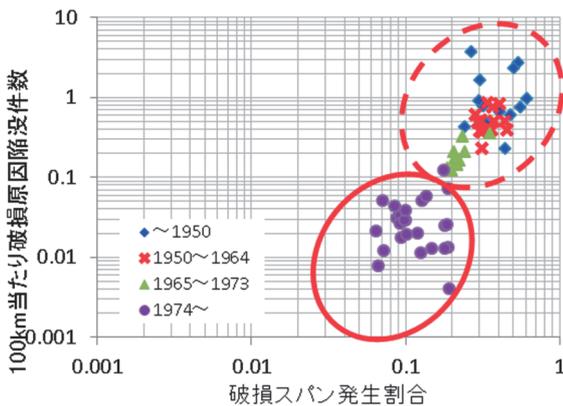


図-16 異常発生割合×陥没件数分布図（破損）

継手ズレ破損とも、異常発生割合と道路陥没件数の分布傾向は異常発生割合の増加とともに陥没件数も増加する比例関係の傾向がみられ、異常発生割合と道路陥没件数それぞれが、高い傾向にあるグルー

プ（破線）と低い傾向にあるグループ（実線）に分布している。年代では概ね1973年度以前と1974年度以降で高いグループと低いグループに分類されている。

なお、継手ズレについては、1965～1973年度の年代のデータは、高いグループと低いグループに含まれており、これは、鉄筋コンクリート管がA形継手のものから、B形継手のものへの移行期間と考えると、規格の変遷に関連していると推察される。

4. まとめ

これまで、下水道管路起因の道路陥没や管路の損傷の発生は経年的なものと考えられてきたが、今回の分析において、継手ズレ、破損が原因の道路陥没の発生傾向は、布設年度が大きく影響が示された。

さらに、異常発生割合の増加は経年的な要因によるものだけではなく、管材の規格（管路の布設年度）も影響していることが示唆された。

これらは、下水道管路起因の道路陥没を未然に防止するための道維持管理の一つの陥没原因の傾向として示すことができた。

参考文献

- 1) 横田他：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、国総研資料No.668、p.38、2012
- 2) 全国ヒューム管協会ホームページ、<http://www.hume-pipe.org/>
- 3) 中川ヒューム管ホームページ、<http://www.h-nac.co.jp>
- 4) 下水道施設設計指針と解説-1984-年版、(公社)日本下水道協会、p.143
- 5) 国総研ホームページ、<http://www.nilim.go.jp/lab/ebg/rekka-db.html>

竹内大輔



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
Daisuke TAKEUCHI

深谷 渉



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
Wataru FUKATANI

宮本豊尚



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 研究官
Toyohisa MIYAMOTO

横田敏宏



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
Toshihiro YOKOTA