

平成 30 年北海道胆振東部地震における 下水道管路施設の被害傾向分析

山路昂央・平出亮輔・濱田知幸・岡安祐司

1. はじめに

下水道分野の地震に対する防災、減災のための手引書として『下水道施設の耐震対策指針と解説(以下「耐震指針」という。)]がある。1981年に耐震指針の初版(1981年当時は『下水道施設地震対策指針と解説』)が発刊されて以降、これまでに3回の改定が行われ、阪神・淡路大震災(1995年)、新潟中越地震(2004年)、東日本大震災(2011年)等の巨大地震の教訓を踏まえた耐震化手法が示されてきた¹⁾。しかしながら、下水道管路施設(重要な幹線等)の耐震化は2017年度末で50%程度である。今後も耐震化の整備の推進には、多くの費用と時間が必要であるため、効率的な整備計画が重要となる。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、地方公共団体の耐震化のための整備計画策定の支援を目的に、地震で被災した下水道管路施設の基本諸元及び被災情報等をまとめた下水道管路地震被害データベース(以下「DB」という。)を運用公開している。

2018年(平成30年)に発生した北海道胆振東部地震(以下「本地震」という。)において、多くの下水道管路施設が被災したため、国総研ではDBの更新を目的に情報収集及び整理を実施した。さらにそのデータを用いて傾向分析を行ったので、



写真-1 下水道管路施設と道路の崩壊

本稿ではその結果について紹介する。

2. 下水道管路地震被害データベースの整理について

収集したデータは、本地震における被災路線のテレビカメラ報告書(人孔目視調査報告書)や災害査定等の情報であり、各地方公共団体に依頼して収集した。次に、管属性(管種、管径、土被り等)や施工方法等の管路施設情報、地形条件、計測震度等の地震関連情報を用いて整理を行った。なお、耐震化施工状況については、各地方公共団体へのヒアリング、仕様書等の発注資料や報告書等で確認した。以上を踏まえて傾向分析を行った。

3. 下水道管路施設の被害傾向分析

3.1 北海道胆振東部地震の概要

2018年9月6日3時7分に発生した本地震は、胆振地方中東部を震源として、陸のプレート内で発生する逆断層型地震であった²⁾。震源の深さは37kmであり、地震規模(エネルギー)を表すマグニチュードは6.7、揺れの強さを表す震度は最大7を観測した³⁾。写真-1及び写真-2は現地調査を行った際の写真である。

3.2 傾向分析の結果

本地震で下水道管路が被災した5地方公共団体の472スパン(人孔被災を含むと761スパン)を対



写真-2 マンホール周辺の道路陥没

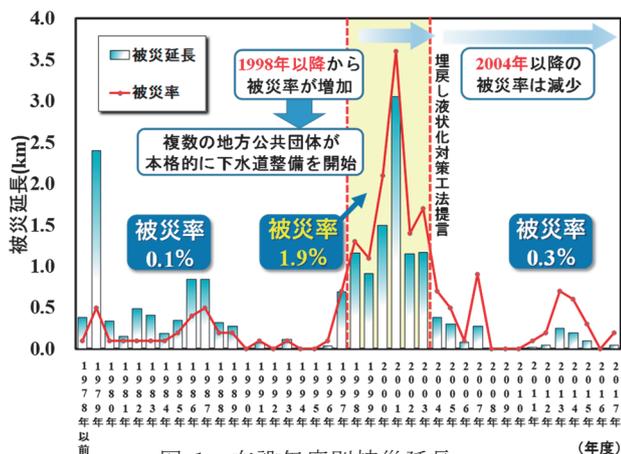


図-1 布設年度別被災延長



写真-3 公共ます浮上状況

表-1 埋戻し土の液状化対策概念図(緊急提言当初)⁴⁾

埋戻し方法	埋戻し土の締固め	砕石による埋戻し	埋戻し土の固化
概要	良質土で締固め(締固め度90%程度以上)ながら、埋戻す。	地下水位以深を透水性の高い材料(砕石)で埋戻す。	地下水位以深をセメント固化改良土等で埋戻す。
概念図			
液状化対策の効果	十分な締固めを行うことにより、埋戻し部の過剰間隙水圧を小さくすることが出来るため、液状化に対する効果は大きい。	マンホール・管路近傍部の過剰間隙水圧が消散するため、液状化に対する効果は大きい。	埋戻し部が非液状化層となるため、液状化に対する効果は大きい。

象に被災情報整理を行い、DB の更新を行った。なお、被災延長は、対象とした地方公共団体が管轄する全域又は対象処理区における総延長(以下、「総延長」という。)8,515km に対して 20km であった。

図-1 は本地震における布設年度別被災延長と被災率(被災延長/布設総延長)を示したものである。なお、布設年度が確認できない地方公共団体があったため、対象は 4 地方公共団体となる(総延長 8,396km、被災延長 19km、被災率 0.2%)。1998 年度から 2003 年度までの被災率は 1.9%と被害が集中している。これは、1998 年から複数の地方公共団体が本格的に下水道整備を開始したが、埋戻し土の液状化対策工法(表-1 参照：①埋戻し部の締固め度を 90%以上により過剰間隙水圧を小さくする、②砕石等による埋戻しにより過剰間隙水圧を消散させる、③地下水位以深を固化改良土で埋戻して非液状化層とする)が示される以前であったため、被災した下水道管路が、対策工法で施工されていないことが原因と思われる。このため、埋戻し土の液状化対策工法(緊急提言)が示さ

れた 2004 年度以降の被災率は 0.3%と低い値であったことから埋戻し土の液状化対策工法が適切に行われたものと推察される。

このことから、被災率が低く抑えられているのは、埋戻し土の液状化対策工法が普及している効果であり、有効に機能しているものと推測される。なお、2004 年度以降の被災については、液状化対策工法の未施工や施工方法の認識違い、特殊な被災事例があったことを、地方公共団体へのヒアリング、現地調査等で確認した。特殊な被災事例としては、下水道管路の本管で適切な施工が行われたものの、末端の公共ます及び取付管が液状化対策工法未施工であったこと、かつ、傾斜地の低い箇所地下水位が高い状況であったことにより、公共ます及び取付管で浮き上がり(写真-3 参照)が発生したことで本管自体も引っ張られて被災したものと推察される。

図-2 は本地震の施工方法別被災延長を管種別に集計したものである。推進工法の区間より開削工法の区間での被災が顕著であり、全被災延長に対する開削工法区間の割合は約 95%であった。これ

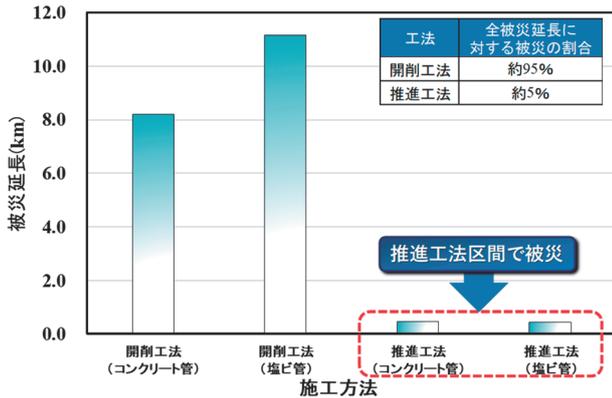


図-2 施工方法別被災延長

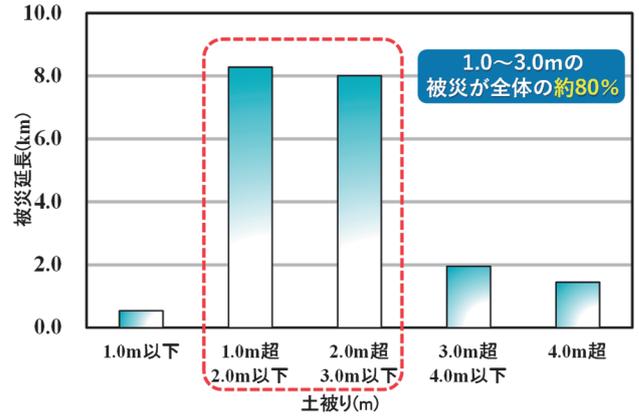


図-3 土被り別被災延長

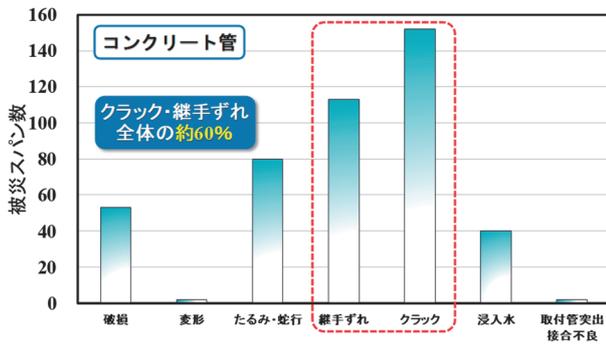


図-4 コンクリート管被災傾向

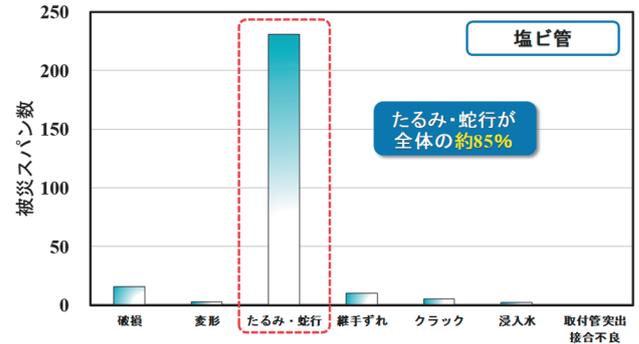


図-5 塩化ビニル管被災傾向

は、推進工法に比べ開削工法が一般的に土被りの浅い施工となり、地震による地盤変状の影響を受けやすいことが考えられる。なお、図-3 のとおり開削工法で施工された箇所土被り 1.0~3.0m に被害が集中しており、2016年に発生した熊本地震も同様の傾向であった。熊本地震では一般的に総延長に対する開削工法区間の延長割合が高いことと、土被りが浅く、埋戻しの液状化など地盤変状の影響を受けやすいためであったと考えられている⁵⁾。また、全被災延長に対する推進工法区間の割合は全体の約 5%であり、これまでの地震であまり見られなかった推進工法用硬質塩ビ管が被災してことが本地震における大きな特徴である。なお、本地震における被災情報整理では布設工法別、土被り別等において、被災しなかった下水道管路も含めた各項目別の布設総延長を把握することが困難であったため、被災率の算出までには至っておらず、今後の課題の一つである。

次に、コンクリート管の被災要因は主としてクラックや継手ズレが多く、その割合は全体の約 60%に及んでいる（図-4 参照）。この原因としては、開削部・立坑部の埋戻し土（山砂）の締固め不足に起因した地盤変状と推察される。また、塩化ビニル管の被災要因については、ほぼたるみ・

蛇行であり、その割合は全体の約 85%であった（図-5 参照）。

図-6 に下水道管路の微地形分類別被災延長を集計した結果を示す。なお、過去の調査において 2016 年熊本地震のデータも同様に収集整理しており、本地震に加えてそのデータも含めるものとする。被災した下水道管路は後背湿地、ローム台地、火山山麓地、谷底低地に集中しており、治水地形分類では後背湿地、土地分類基本調査図においては扇状地性低地及び三角州性低地等での被災が多い傾向にある。

表-2 に本地震、阪神・淡路大震災以降に発生した最大震度 7 の地震（プレート型地震の東日本大震災と震度階級設定が異なる阪神・淡路大震災は除く）、最大震度 6 強及び 6 弱を計測した地震における震度別の被災率をそれぞれ示す。本地震における被災率は震度が大きいほど増大する傾向にあり、その被災率は震度 7 で 20.1%、震度 6 強で 7.8%、震度 6 弱で 0.1%であり、最大震度 7 を記録した地震の被災率と最大震度 6 強及び 6 弱を計測した地震の被災率においても同様の傾向がみられる。なお、どのケースも震度 6 弱以下は被災率 1%以下と低い値となっているが、本研究においては下水道管路の被災率は地盤状況等を考慮し

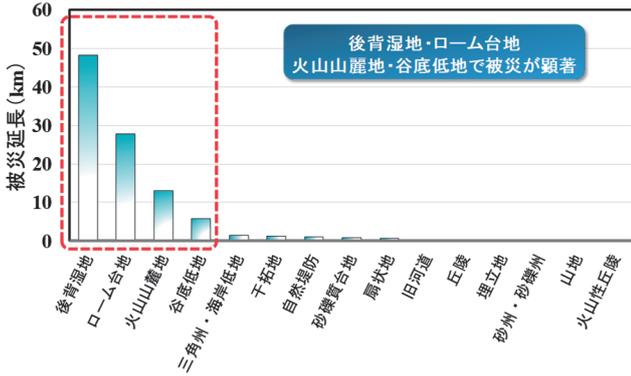


図-6 下水道管路の微地形分類別被災延長

ていないため、さらなる傾向分析が必要である。

4. まとめ

本研究は、下水道管路地震被害データベースの更新を目的に被災情報整理及びその結果に基づき傾向分析を行った。その結果、埋戻し土の液状化対策工法が提言された 2004 年度以降の被災率が低く、工法普及の効果による有効性が推察された。また、開削工法の土被り 1.0~3.0m で被害が集中し、コンクリート管ではクラックや継手ズレ、塩ビ管ではたるみ・蛇行の被災要因が主であった。なお、これまでの地震ではあまり見られなかった推進工法用硬質塩化ビニル管での被害を確認した。次に、過去の地震も含めた被災率の整理では震度 6 弱以下の被災率が 1%以下と低い値であった。なお、微地形区分では後背湿地、ローム台地、火山山麓地、谷底低地に被害が集中していた。

今後も大規模な地震発生時のデータ収集整理を行うことでデータベースの充実を図り、傾向分析を行う。また、傾向分析の結果は、国土技術政策総合研究所下水道研究室で開発中である地震発生時

表-2 最大震度別における各震度別の被災率

震度	被災率(%)		
	北海道 胆振東部地震	最大震度7の 地震	最大震度6強及び 6弱の地震
7	20.1	6.4	
6強	7.8	2.6	2.0
6弱	0.1	0.5	0.2
5強	0.2	0.2	0.0

※1 阪神・淡路大震災以降の地震を対象としている。

※2 阪神・淡路大震災及び東日本大震災は除く。

に管路の被災率を算出するシステムの諸元値見直し等に利用し、精度向上に活用していきたい。

謝 辞

平成 30 年北海道胆振東部地震における下水道管路施設の被害傾向分析を進めるに当たり、関連資料の提供等にご協力いただいた地方公共団体の皆様に、心より感謝の意を表します。

参考文献

- 水道施設の耐震対策指針と解説－2014年版－、社団法人日本下水道協会、2014年5月9日発行
- 平成 30 年度北海道胆振東部地震被害検証報告書、平成 30 年北海道胆振東部地震被害検証委員会、2019年5月
- 地震データベース検索(震央地名:胆振地方中東部、2018/9/6 3:07:59.3)、気象庁 (<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.php>)、閲覧日 2020年6月8日
- 下水道地震対策技術検討委員会報告書－新潟県中越地震の総括と地震対策の現状を踏まえた 今後の下水道地震対策のあり方－、下水道地震対策技術検討委員会、2005年8月
- 平成 28 年熊本地震における下水道管路施設被災の特徴、国土技術政策総合研究所資料、No.997、2017年11月

山路昂央



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
YAMAJI Takahiro

平出亮輔



研究当時 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、現 国土交通省関東地方整備局河川部水災害対策センター水災害調査係長
HIRAIDE Ryosuke

濱田知幸



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
HAMADA Tomoyuki

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
OKAYASU Yuji