

第I部門

広域液状化による配水管路被害予測法の熊本地震への検証

神戸大学工学部 学生会員 ○須田 瑛哉
 神戸大学大学院 正会員 楯田 泰子
 東邦ガス 非会員 加藤 蒼二

1. はじめに

2011年の東日本大震災では、関東地方の利根川河口域や東京湾岸で広域な液状化が発生した。水道の地震被害報告書によると、これら液状化地域の管路被害は強震地域や津波浸水地域の被害に比べて甚大であった。効率的な地中管路の被害予測や耐震化対策において、広域液状化する可能性のある地盤で管路が被害を受けやすい地域を予め把握しておくことは重要である。そこで、著者らは東日本大震災の分析で得られた知見を以て液状化による管路被害予測法の構築を試み、その予測法によって2016年4月に発生した熊本地震における液状化による配水管路被害を評価できるか検証した。

2. 液状化による配水管路予測方法

地震時の配水管の被害予測には、一般に地震動の関数に管路の管種や口径と地盤による補正を行い、地域毎の管路被害率を算出する手法が用いられている。液状化の可能性のある地域には、さらに液状化による補正係数を追加するなどの手法がある。しかし、液状化が甚大な場合にはそれらの手法では評価精度が落ちる。著者らは、東日本大震災において液状化による配水管の被害を受けた利根川河口域の被害データとその分析結果¹⁾を基にして液状化による配水管被害予測法の提案を行った。図-1にその予測法を示す。地形変遷と管路敷設密度のスクリーニングにより、液状化による管路被害集中地域を特定する。管路被害率は東日本大震災での経験的な値を導入している。

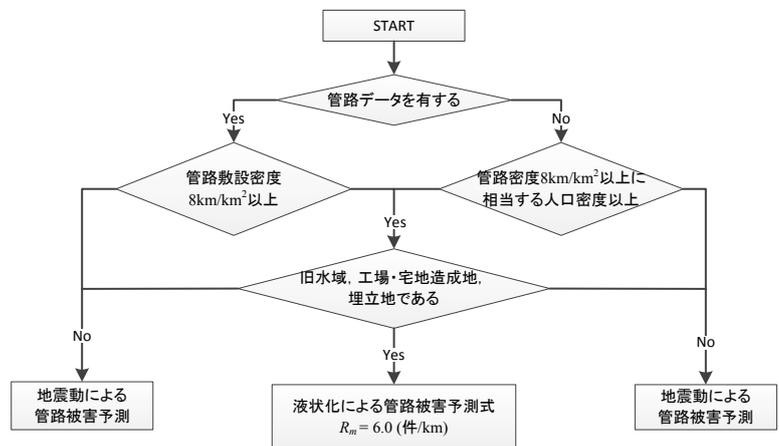


図-1 東日本大震災の広域液状化の経験に基づく液状化による管路被害予測方法

3. 熊本地震における熊本市の水道被害

熊本市では熊本地震の前震・本震によって二度も強震動に曝されているが、導水・送水・配水管路施設の総延長は約3,400kmに対して配水管の被害件数は202件と他の地震と比較しても管路被害率は低かった。丸山・永田²⁾は既往の管路被害予測手法で熊本市の被害を予測して実被害と比較しているが、予測した被害よりも実被害が軽微であったと報告している。熊本市は水源の水質が良いために、大規模な浄水施設を持たず、管路の耐震化に設備費を投資してきたことが被害軽減の一因といえる。熊本市の配水管の内、耐震性が高いダクタイル鋳鉄管(耐震継手)・ポリエチレン管(融着接合)・鋼管(溶接接合)の延長は約820kmで、延長比率は24%になっている。

4. 予測方法の適用と分析結果

図-1の予測方法を用いて、熊本市に適用した。管路布設密度が高く、かつ旧版地形図³⁾による旧水域である町丁目を絞り、当該地域において液状化が発生しているかを確認した。さらに、当該地域において、管路被害率(被害件数/管路延長)によって管路被害の程度を評価した。液状化の被害については、村上・永瀬⁴⁾によって調査された液状化被害点を参照し、町丁目別に液状化の有無を判断した。

分析には、村上・永瀬⁴⁾が調査した熊本市の南部の町丁目に適用した。旧水域とその他の地域を比較すると、明

らかに 100 年前には水域であった地域で、本地震でも液状化が発生しており、さらに、管路被害率が高いことがいえる。図-2 には、町丁目単位で管路被害率を示し、予測方法で液状化による管路被害があると評価された町丁目を斜線で、実際に液状化が確認された町丁目を太枠で示した。

これらの図から、西区においては予測法で液状化による管路被害集中地域と評価され、かつ実際に液状化の被害も発生があったが、管路被害はほとんどなかった。理由は管路の耐震化によるものであると考えられる。南区の川尻駅から西熊本駅付近では、予測手法で液状化による管路被害集中地域とは評価されなかったが、実際に液状化の被害が集中発生していた。その理由として、旧版地図の発行年以前に道路沿いに堀があり、旧水域と評価できなかった。秋津地域では、予測手法で液状化による管路被害集中地域と評価され、実際に液状化の被害も発生していた。ただし、管路被害率は 1-3 件/km と東日本大震災よりも被害程度は小さいという結果となった。

5. まとめ

旧版地図の旧水域を用いることにより、近年造成された地域を特定することができ、本地震でも当該地域において液状化が発生していることを確認した。熊本市は、良質な地下水で水を供給し、大規模な浄水施設を所有しない分、管路の耐震化に投資できた。そのために、人工改変地で液状化が発生したもののそれによる管路被害にはつながらなかった。100 年近く前の旧版地図は液状化の発生しやすい地域の特定に有効であるが、発行年以前の改変箇所でも液状化が発生している地域もあった。液状化による被害の予見が難しい地域があることを確認した。

表-1 液状化による管路被害予測手法を適用した町丁目の管路被害率 (件/km)

	予測評価町丁目 ()は町丁目数	それ以外の地域	小計
液状化有	0.39 (14)	0.12	0.18
液状化無	0.07 (8)	0.06	0.06

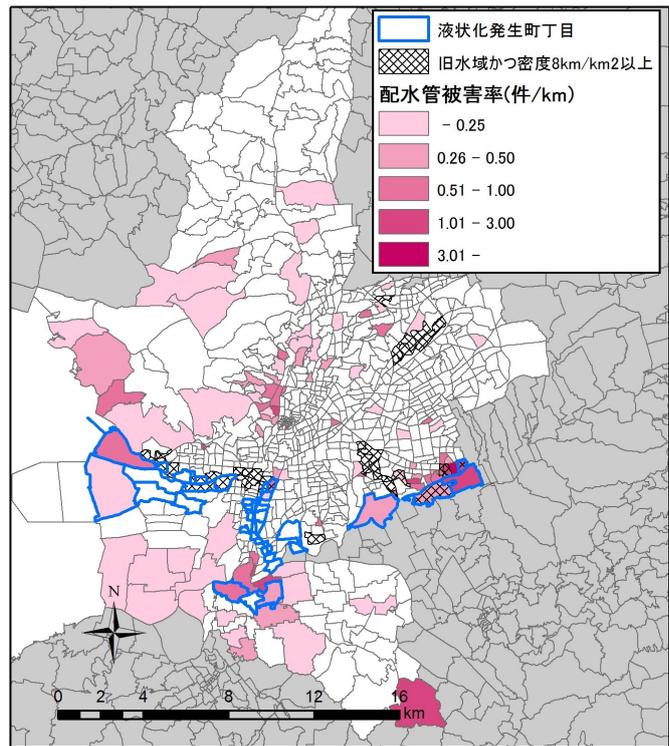


図-2 熊本市の管路被害率および予測法適用地域

【謝辞】

本研究の遂行にあたり、熊本市から管路被害データを提供していただいた。ここに記して謝意を示す。

【参考文献】

- 1) 欽田泰子, 池尻大介: 鹿島地域の液状化による管路被害集中地域と地形変遷, 日本地震工学会論文集・東日本大震災特集号第 12 巻, 第 4 号 (特集号), pp.249-262, 2012.
- 2) 丸山喜久, 永田茂: 平成 28 年熊本地震における熊本市の上水道管路施設の被害概要, 第 7 回インフラ・ライフライン減災対策シンポジウム講演集, No.39, 2016
- 3) 国土地理院: 1:50,000 土地条件図 「熊本」, 1902
- 4) 村上哲・永瀬英夫: 平成 28 年熊本地震液状化被害, 平成 28 年熊本地震による熊本平野で生じた液状化とその被害について(速報), 2016