

2016 年熊本地震における熊本市内の上水道管路網の被害分析

14T0230Z 田口 裕貴
指導教員：丸山 喜久

1. 研究背景と目的

私たちの生活において、上下水道や都市ガスなどの地中埋設管は、都市機能や都市生活を維持するうえで不可欠なライフラインシステムである。2016 年 4 月 16 日に発生した熊本地震では、上下水道管路、都市ガス管路は大きな被害を受けた¹⁾。

本研究では、熊本地震の際の上水道管の被害分析を行う。上水道管路の管種、継ぎ手、口径、微地形ごとに地震動強さと被害率の関係性、被害状況の特徴を分析し、現行の被害予測式の妥当性を評価する。また、液状化や地形の境界条件を考慮して被害分析を行う。これらの研究を行うことにより、これから起こると懸念される南海トラフ地震や首都直下地震に備え、早期復旧に役立てたいと考えている。

2. データ説明

本研究は地理情報システム(GIS)を用いて行った。本研究が対象とするのは、2016 年熊本地震の際の熊本市の上水道管路の被害である。管路、被害データは熊本市上下水道局から提供を受けた。これらのデータから管種、口径別の被害率の算出等を行った。熊本地震における熊本市の管種別被害位置と口径別管路網は図-1 に示すとおりである。

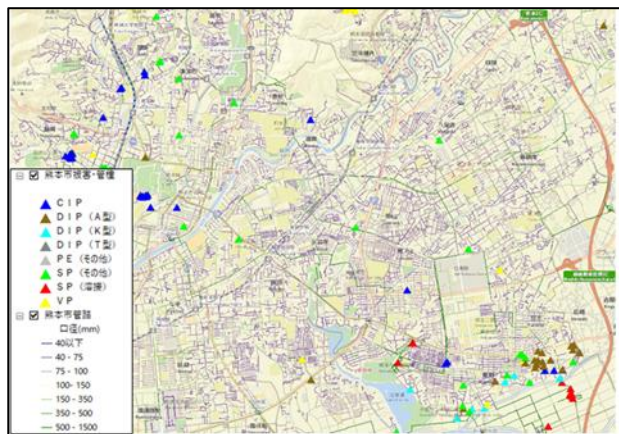


図-1 管種別被害位置と口径別管路網

3. 熊本市の管路の被害率の算出

熊本地震における熊本市の上水道管路の被害率を算出した。なお、被害率は件/km で定義した²⁾。管種別の被害率を図-2 に示す。鋼管(その他)の被害率が最も高く、次いで普通铸铁管(CIP)の被害率が高い。ダクタイル铸铁管(耐震)では被害が確認されていない。

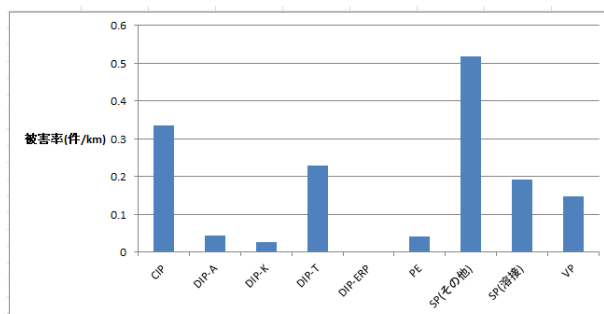


図-2 管種別の被害率(熊本市)

次に全管種を含めた上水道管路の口径別の被害率を図-3 に示す。全体の被害率は口径が大きくなるに従い、被害率が低下する傾向がみられた。

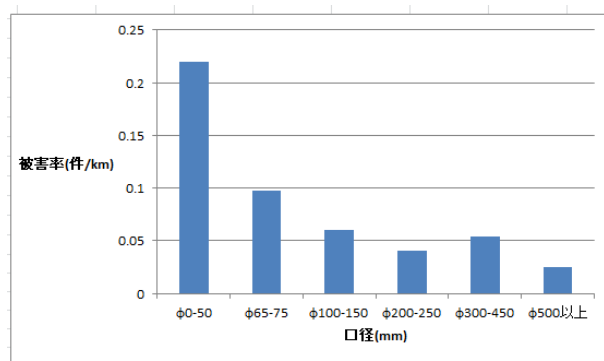


図-3 口径別の被害率(熊本市)

4. 現行の被害予測式の評価

被害予測式³⁾における補正係数の検証にあたっては、補正係数の基準値となる標準管種・継手(DIP-A)、標準口径(φ100-150)、標準微地形(谷底低地、扇状地、後輩湿地、三角州・海岸低地)の被害率と、他の管種・継手、口径、微地形の被害率を比較する。現行の被害予測式を式(1)に示す。

$$R_m = C_p \times C_d \times C_g \times R(v) \quad (1)$$

ここで、 R_m は上水道管路の被害率(件/km)、 C_p は管種・継手補正係数、 C_d は口径補正係数、 C_g は微地形補正係数、 $R(v)$ は標準被害率(件/km)である。

(1)管種・継手補正係数 C_p

予測式の標準口径及び標準微地形における標準管種・継手の被害率と他の管種の被害率を比較した(表-1、図-4)。どの管種も標準管種・継手 DIP-A の被害率 0.03(件/km)と比較すると管種・継手補正係数 C_p の値よりも高い被害率の比を示した。とくに、CIP、

VP や SP（その他）の被害率は高かった。

表-1 標準口径・微地形における管種別の被害率

	DIP-A	CIP	DIP-K	SP(溶接)	SPその他	VP
被害件数(件)	7	10	5	0	3	8
管路延長(m)	232566	7668	89035	4408	709	33593
被害率(件/km)	0.030	1.304	0.056	0.000	4.234	0.238
標準管種・継ぎ手の被害率に対する比率	1.0	43.3	1.9	0.0	140.7	7.9
補正係数Cp	1	2.5	0.5	0.5/0	2.5	2.5

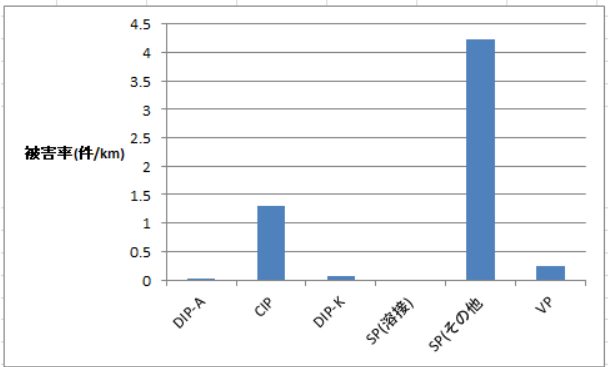


図-4 標準口径かつ標準微地形における管種別の被害率の比較

(2)口径補正係数Cd

管種継手補正係数の検証と同様に、標準管種・継手における標準口径の被害率と他の口径の被害率を比較した(表-2, 図-5)。標準口径φ100-150の被害率0.039(件/km)は、φ200-250の被害率よりも若干大きな値を示しているが、φ75に関しては補正係数と調和的な被害率が確認できる。

表-2 標準管種・継手、微地形における口径別の被害率

	φ50	φ75	φ100-150	φ200-250	φ300-450	φ500以上
被害件数(件)	0	23	29	6	0	0
管路延長(m)	0	306433	749729	160007	71184	8914
被害率(件/km)	0.000	0.075	0.039	0.037	0.000	0.000
標準口径の被害率に対する比率	0.0	1.9	1.0	1.0	0.0	0.0
補正係数Cd	2	2	1	0.4	0.2	0.1

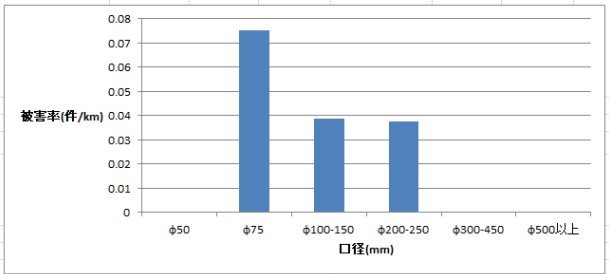


図-5 標準管種・継手、微地形における口径別の被害率の比較

(3)微地形補正係数Cg

微地形補正係数Cgの検証のため、標準管種・継手かつ標準口径に対する標準微地形区分にお

ける被害率と他の微地形区分の被害率の比較をした(表-3, 図-6)。補正係数0.8, 1.1の微地形区分では標準微地形区分の被害率に対して2倍, 2.3倍の大きな被害率が見られたが、その他の区分では補正係数と調和的な被害率であった。

表-3 標準管種・継手、口径における微地形別の被害率

	山地、山麓地 丘陵、火山地 火山山麓地 火山性丘陵	砂礫質台地 ローム台地	谷底低地 扇状地 後背湿地 三角州・海岸低地	自然堤防 旧河道 砂州・砂礫洲 砂丘	埋立地 干拓地 湖泊
被害件数(件)	3	14	7	2	3
管路延長(m)	147467	285015	232566	63046	18314
被害率(件/km)	0.020	0.049	0.030	0.032	0.164
標準微地形区分の被害率に対する比率	0.7	1.6	1.0	1.1	5.4
補正係数Cg	0.4	0.8	1.0	2.5	5.0
	0.020343575	0.049120292	0.030099015	0.031723025	0.163810673

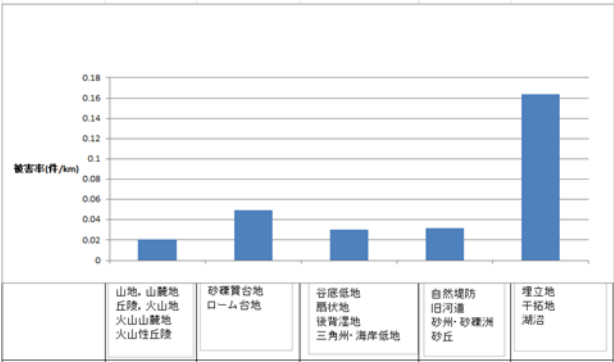


図-6 標準管種・継手、口径における微地形別の被害率の比較

5. まとめと今後の展望

熊本地震の際の熊本市の上水道管路の被害分析を行い、分析結果から現行の被害予測式の評価を行った。本研究の結果と既往の予測式の口径補正係数、微地形補正係数は近い値となったが、管種・継手補正係数に関しては一致しない場合もあった。今後は既往地震の結果とも比較し、より精度の高い被害予測式の構築を目指す。

参考文献

- 1)厚生労働省：平成28年(2016年)熊本地震水道施設被害等現地調査団報告書，2016。
- 2)磯山龍二，石田栄介，湯根清二，白水暢：水道管路の地震被害予測に関する研究，水道協会雑誌，第761号，pp.25-40, 1998。
- 3)水道技術センター：平成28年熊本地震を踏まえた「地震による管路被害予測式」の見直しに関する検討，2016。