

神戸大学工学部 学生会員 ○加藤 蒼二
 神戸大学大学院 正会員 鎌田 泰子

1. 目的

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震とその余震により、東京湾岸および利根川下流域で広域な液状化が発生した。既報¹⁾で利根川下流域に位置する鹿島地域（茨城県の鹿嶋市、神栖市、潮来市、千葉県香取市の水道管路被害分布から 7 つの管路被害集中地域（管路敷設密度 10km/km²、管路被害率 0.3 件/km の地域）が特定され、その地域では液状化が面的に発生していることが確認されていたが、当該地域における下水道管路の被害は分析されていなかった。そこで本研究では、地震後の航空写真を用いて地表に現れた噴砂痕をデータベース化して管路上の液状化範囲（噴砂・路面亀裂）を特定し、噴砂と下水道管路被害の関係について明らかにすることを目的とする。

2. データベースの構築

本研究では、データベースの構築を地理情報システム（GIS）で行っている。下水道管路・被害データにおいては、当該地域（神栖市と鹿嶋市の一部）の下水道事業者から提供された管路図と被害点の紙地図²⁾をスキャナーでデジタル化し、GIS 上でそれをラスタデータとして重ねた上で、国土地理院の数値地図の道路データを加工して作成している。航空写真の撮影範囲の制約から分析対象地域は、既報の 7 つの管路被害集中地域のうちの堀割南部、深芝、知手、平井の 4 地域とした。管路データを構築した後、地震後の航空写真を GIS 上に取り込み、航空写真から確認できる噴砂と路面亀裂を、著者らの目視判断で Shape 形式のポリゴンで囲み、抽出したポリゴンで下水道管路をインターセクト処理し、噴砂域にある管路データを作成した。図-2～5 は分析対象地域の管路被害と噴砂・路面亀裂上の管路を示している。堀割南部と平井は噴砂域が長く、知手では噴砂域が短い。

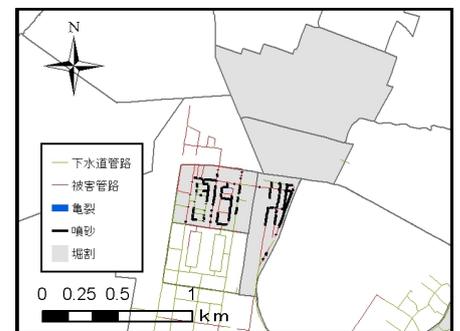


図-2 堀割地域の噴砂・路面亀裂

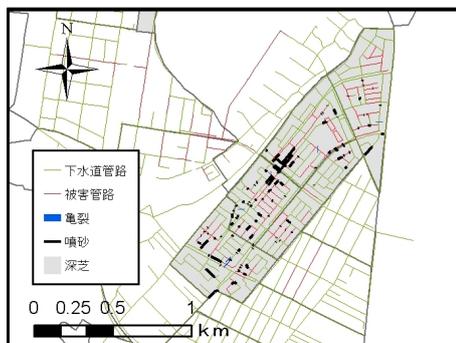


図-3 深芝地域の噴砂・路面亀裂

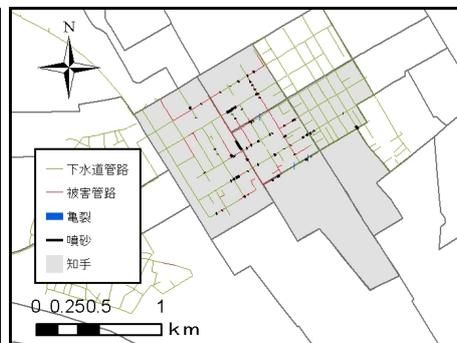


図-4 知手地域の噴砂・路面亀裂

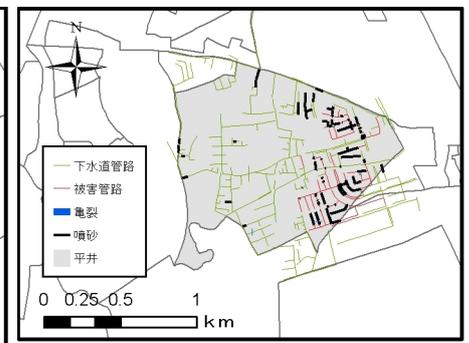


図-5 平井地域の噴砂・路面亀裂

3. 管路被害集中地域の下水道管路被害率

分析対象 4 地域の分析対象地域の噴砂範囲における下水道管路被害率をそれぞれ算出した（表-1 参照）。下水道管路の被害箇所は復旧点ではなく、被害延長で表される。そのため管路被害率は管路被害延長を管路延長で除したものとなる。下水道被害率は堀割南部で 65%、深芝で 25%、知手で 24%、平井で 26%であり、これは同じ東北地方太平洋沖地震において液状化被害が甚大であった千葉県浦安市中町の下水道管路被害率 20%と同様、またはやや高い被害率である。また、噴砂範囲での管路被害率は 50%～73%とさらに高い被害率となっており、液状化が管路被害に大きく影響したと考えられる。しかしながら、分析対象地域の被害管路延長のうち 12～44%でしか噴砂範囲が確認できず、必ずしも被害と噴砂に強い相関があるといえなかった。この原因として、下水道管路は埋設深さが深く、地表の観察から得られた噴砂範囲よりも地中における液状化はさらに広い可能性がある。または、下水道被害は人孔区間単位に

における機能損傷で評価されているため噴砂長に関わらず区間内における噴砂の有無が影響していると考えられる。そのため、延長単位ではなく、人孔区間単位での集計の見直しを行った。区間内に少しでも噴砂が確認できた場合、その区間を噴砂範囲の区間とした。

表-2 に人孔区間単位での下水道管路被害率を示す。分析対象地域の管路被害区間のうち、噴砂範囲での管路被害区間は 40～77%と延長単位の場合と比べ、総じてその比率が高くなった。しかしながら、噴砂範囲内での管路被害率は知手と深芝地域で低くなった。この原因としては深芝と知手は噴砂延長が短いものが多く、短い噴砂が含まれている被害のない区間が多数存在することで、噴砂範囲内の管路全体の区間数が多くなったと考えられる。

表-1 延長単位での下水道管路被害率

		管路被害 (km)	管路延長 (km)	管路被害率 (km/km)
管路被害集中地域	堀割南部	4.55	6.97	0.65
	深芝	8.46	33.46	0.25
	知手	5.01	20.52	0.24
	平井	5.39	21.08	0.26
管路被害集中地域の噴砂範囲外	堀割南部	2.56	7.78	0.33
	深芝	7.26	31.07	0.23
	知手	4.39	19.53	0.22
	平井	3.52	17.89	0.20
管路被害集中地域の噴砂範囲内	堀割南部	1.99	2.71	0.73
	深芝	1.20	2.39	0.50
	知手	0.62	0.99	0.63
	平井	1.87	3.19	0.59

表-2 人孔区間単位での下水道管路被害率

		管路被害 (区間)	管路延長 (区間)	管路被害率 (区間/区間)
管路被害集中地域	堀割南部	98	152	0.64
	深芝	192	767	0.25
	知手	109	450	0.24
	平井	131	559	0.23
管路被害集中地域の噴砂範囲外	堀割南部	23	42	0.55
	深芝	115	536	0.21
	知手	60	315	0.19
	平井	55	423	0.13
管路被害集中地域の噴砂範囲内	堀割南部	75	110	0.68
	深芝	77	231	0.33
	知手	49	135	0.36
	平井	76	136	0.56

4. 噴砂と下水道管路被害の空間的關係

管路被害集中地域の 4 地域における噴砂域の規模と下水道管路被害区間との関係を明らかにする。上述したように下水道管路は被害区間として表されるため、区間内の被害箇所を特定することは難しい。そのため、被害区間内に対する噴砂域の割合という観点から分析を行った。噴砂域が複数区間にわたり存在している場合は 1 区間毎に区切るのではなく、複数区間被害とした。図-6 は被害区間に対する噴砂割合を示したものである。1 区間被害と 2 区間被害の場合は、区間中の噴砂割合が 3 割以下のものが多いが、被害区間が 3 区間以上になると、噴砂割合は 8 割を超えるものが多くなった。

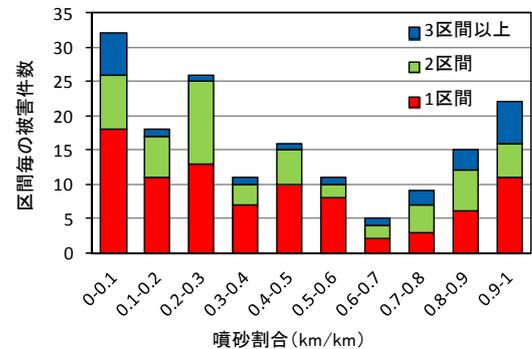


図-6 被害区間毎の噴砂割合

5. 結論

分析対象地域の噴砂範囲内における下水道管路被害率は人孔区間単位で検討したところ、対象地域の管路被害の被害管路区間のうち 40～77%で噴砂が確認され、噴砂域では管路被害が高くなることが示された。また 1-2 区間被害の場合は被害区間内に対する噴砂割合は 3 割以下のものが多くなった。

【謝辞】本研究の遂行にあたり、鹿嶋市、神栖市の下水道事業体の皆様には管路被害データを提供して頂きました。ここに記して謝意を示します。

【参考文献】

- 1) 鉄田泰子, 池尻大介: 鹿島地域における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) 国際航業株式会社: 航空写真簡易オルソデータ, 2011.