

## 鹿島地域の液状化噴砂と上下水道管路被害との空間的關係

神戸大学 学生会員 ○加藤 蒼二  
 神戸大学 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は、東京湾岸および利根川河口域で広域な液状化を発生させた。液状化地域の埋設管路被害は強震動地域や津波浸水地域に比べ、被害が甚大であった。

本稿では、利根川下流域に位置する鹿島地域（茨城県鹿嶋市、神栖市、潮来市、千葉県香取市）の液状化による管路被害集中地域（水道管路密度 10km/km<sup>2</sup>、水道管路被害率 0.3 件/km）<sup>1)</sup>を対象に、地震後の航空写真を用いて、液状化によって地表に表れた噴砂と路面亀裂域を特定し、噴砂域における管路被害率および噴砂範囲の規模と上下水道管路被害との空間的關係を明らかにすることを目的とする。

### 2. データベースの構築

上下水道の管路網と被害点データは当該地域の管路図と被害点の紙地図をデジタル化し、GIS上でそれをラスタデータとして重ねた上で、道路データを加工して作成している。その後、GIS上に航空写真を取り込み、目視で噴砂・路面亀裂を判断して噴砂・路面亀裂域を特定した。分析対象地域は航空写真・提供資料の制約から、水道においては、管路被害集中地域の堀割、深芝、知手、平井の4地域を対象に、下水道においては堀割南部、深芝、知手、平井地域を対象としている。図-1～4は噴砂・路面亀裂域と水道管路被害点を示している。堀割、平井地域は噴砂域が長く、知手地域は噴砂範囲が短いことが確認できる。また各地域とも噴砂域で多くの管路被害が発生している。

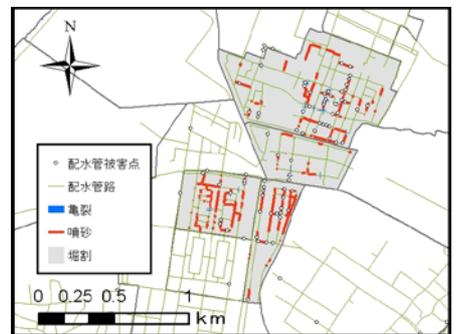


図-1 堀割地域の噴砂と水道管路

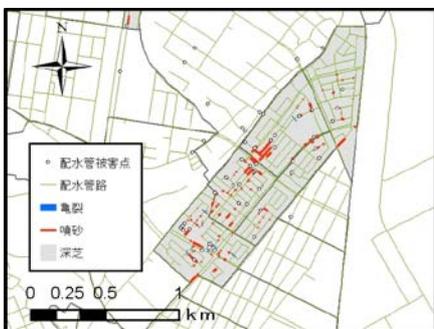


図-2 深芝地域の噴砂と水道管路

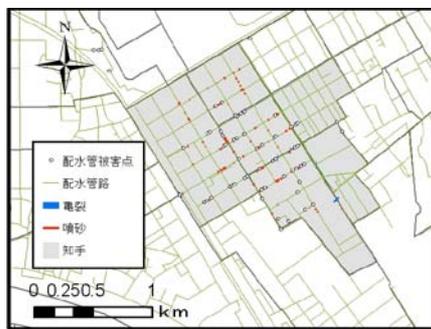


図-3 知手地域の噴砂と水道管路

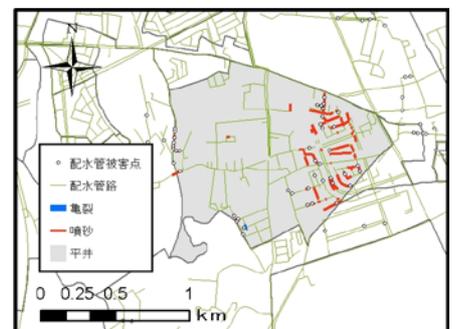


図-4 平井地域の噴砂と水道管路

### 3. 噴砂域における水道管路被害率

表-1 に水道管路被害率を示す。噴砂域における管路被害率は 10 件/km を超え、管路被害集中地域の管路被害率よりも約 10 倍程度高くなっている。また管路被害集中地域の管路被害の 44～84%は噴砂域での被害となっており、高い比率で噴砂域での被害が発生していることが確認できた。

表-1 分析対象地域の水道管路被害率

	噴砂痕数	路面亀裂数	管路被害(件)	管路延長(km)	管路被害率(件/km)	
管路被害集中地域外			259	1379.00	0.19	
管路被害集中地域	平井		43	19.10	2.25	
	堀割		75	22.70	3.30	
	深芝		40	28.70	1.39	
	知手		54	30.40	1.78	
管路被害集中地域の噴砂範囲外	平井		11	16.24	0.68	
	堀割		12	16.46	0.73	
	深芝		13	26.21	0.50	
	知手		30	29.08	1.03	
管路被害集中地域の噴砂範囲内	平井	84	32	2.86	11.19	
	堀割	223	31	63	6.24	10.10
	深芝	163	25	27	2.49	10.84
	知手	116	16	24	1.32	18.18

### 4. 噴砂域における下水道管路被害率

表-2 に下水道管路被害を示す。水道管路と同様に、噴砂域での管路被害率は管路被害集中地域の管路被害率よりも高い。しかし、分析対象地域の管路被害のうち、12～44%しか噴砂域で被害が発生していない。これは、

液状化 噴砂 管路被害率 空間的關係 kuwata@kobe-u.ac.jp

下水道管路の埋設深さが水道管路よりも深く、地中での液状化による地盤変状を反映している可能性がある。また下水道管路の場合、被害点ではなく人孔区間の延長が被害単位になる。そのため液状化で人孔区間の一部が撓んで滞水すれば、その人孔区間全部に被害があったとみなされる。そこで下水道管路被害においては集計単位の見直しが必要であると考え、人孔区間単位での被害率の見直しを行った。表-3に人孔区間単位での下水道管路被害率を示す。人孔区間単位の場合は人孔区間の一部でも噴砂が確認できる場合は、その区間は噴砂域区間としている。その結果、管路被害集中地域の下水道管路被害の40~77%が噴砂域での被害と確認でき水道管路同様、高い比率で噴砂域において被害が発生していることが確認できた。

表-2 分析対象地域の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-3 分析対象地域の延長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

5. 液状化噴砂と管路被害の空間的關係

分析対象地域における噴砂域の規模と水道管路被害位置との関係を明らかにする。管路被害が1件以上の場合に、噴砂長L毎の被害位置について計測した。図-5は噴砂長別に被害箇所を示したものである。被害位置が0に近ければ被害は噴砂域の境界で発生しており、0.5に近ければ噴砂域の中央にあることを示す。噴砂長Lが10m以下のものについては噴砂域の中央に被害が集中している。噴砂長が10m以上になると、噴砂域の中央もしくは噴砂域の境界よりで被害が発生する頻度が高くなる。以上のことから噴砂域が長くなるにつれ、被害発生箇所については噴砂域の中央から噴砂域の端にシフトすることがわかった。

次に分析対象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。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。噴砂域が連続して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。

6. 結論

上下水道ともに噴砂域での管路被害率が管路被害集中地域の被害率よりも高くなった。また噴砂域内の水道管路被害は噴砂域が長くなるにつれ、中央から噴砂域の端にシフトすることがわかった。下水道管路被害については、噴砂区間は1区間被害となるものが多く、区間の内10m程度の噴砂でも被害が発生することが明らかになった。

【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.

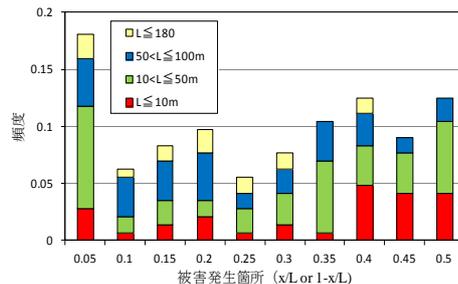


図-5 噴砂域における被害発生位置分布

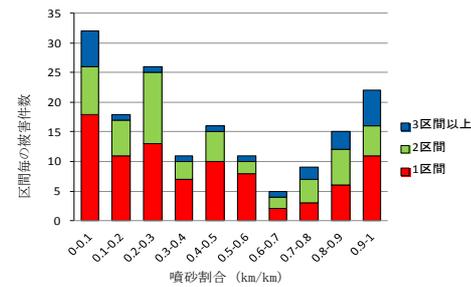


図-6 人孔区間における噴砂域の割合