

## 地盤振動特性に着目した水道管路の地震被害分析

日本上下水道設計（株） 正会員 大嶽 公康  
東京工業大学 正会員 大町 達夫

### 1. はじめに

一般的に人工改変地盤は地形・地盤条件が変化する不整形地盤であることが多く、地震時においては地表面の変位・ひずみが増大し、埋設管路に被害が発生すると考えられている。しかし、現行設計基準の人工改変地盤における設計では、地表面傾斜度の大きさにより、地盤ひずみの割増しを考慮することとしているが、表層地盤の振動特性による影響は考慮されていない<sup>1)</sup>。

本研究では、非液状化の人工改変地盤周辺における水道管路の被害要因を明らかにすることを目的とし、地形特性及び表層地盤の振動特性と管路被害との関係について分析した。なお、表層地盤の振動特性は常時微動測定から得られるH/Vスペクトル比より推定した。分析対象は、兵庫県南部地震において水道管路（配水管）の被害が多く発生した神戸市会下山地区及び宝塚市逆瀬台地区とした。

### 2. 神戸市会下山地区における水道管路被害と地盤振動特性の関係

図1は神戸市会下山地区周辺における家屋全壊率と管路被害位置を示している<sup>2)</sup>。管路被害が多い区域は傾斜地形であるが、家屋全壊率が高い区域は上沢駅、大開駅周辺であり、管路被害と家屋被害が集中する区域とは異なっている。

図2は常時微動のH/Vスペクトル比の卓越周期及び増幅率分布と管路被害位置を示しており、以下のような傾向がある。

- ・管路被害率及び家屋全壊率が低い区域は表層地盤の卓越周期が短く、増幅率が小さい。
- ・傾斜地形の管路被害が多い地区では表層地盤の卓越周期及び増幅率の変化が大きい
- ・平坦な地形において表層地盤の増幅率が大きい場所では、家屋被害が甚大であるが、管路被害はそれほどではない。

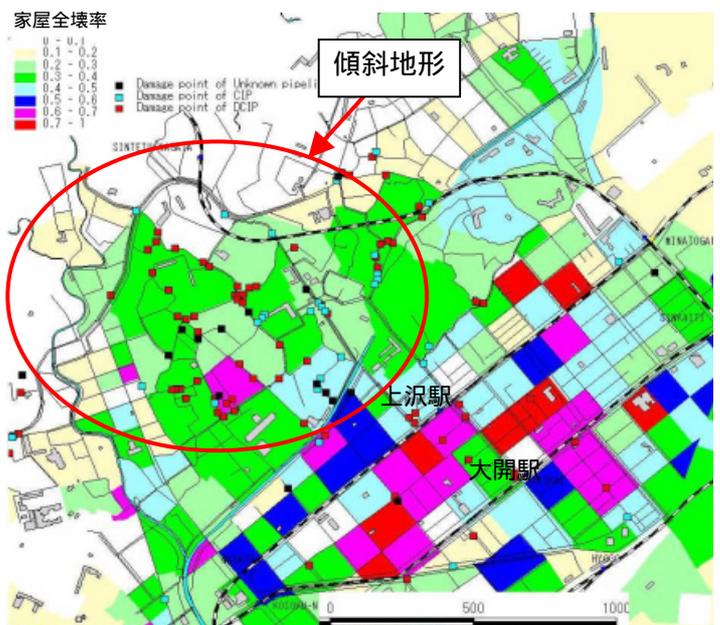


図1 家屋全壊率及び管路被害位置（会下山）

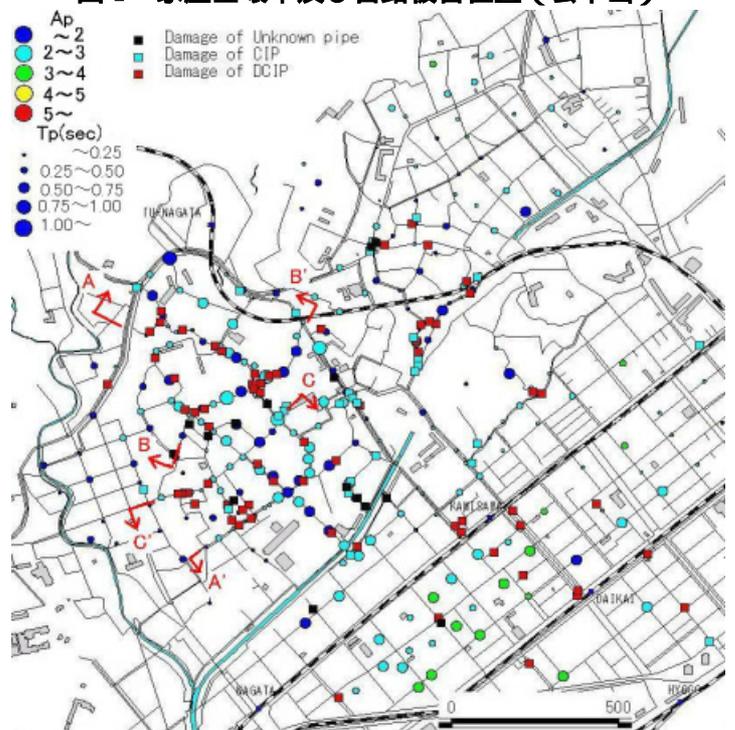


図2 常時微動測定及び管路被害地点（会下山）

キーワード 常時微動, H/V スペクトル比, 水道管路, 地震被害, 人工改変地盤

連絡先 〒105-0022 東京都港区海岸 1-9-15 日本上下水道設計（株） TEL 03-3432-4321.

### 3. 宝塚市逆瀬台地区における水道管路被害と地盤振動特性の関係

宝塚市逆瀬台地区は旧地形図によると山地であり、大規模な造成が行われている。兵庫県南部地震では、約1km四方の区域であるにも関わらず、水道管路（管種はDCIP）の被害は30件発生している<sup>3)</sup>。なお、当該地区における全壊家屋は2件であり、家屋被害は軽微である。図3は常時微動の卓越周期と増幅率と管路被害位置を示しており、全体的な傾向として、常時微動の増幅率は神戸市会下山地区より大きい。

### 4. 地形及び地盤振動特性が管路被害に与える影響

表1は図2、図3の管路被害が多い路線の地表面平均傾斜度と地盤振動特性を示している。地表面傾斜が急勾配の路線では卓越周期が短くても被害が発生しているが、地表面傾斜が緩やかな場合には卓越周期が長い場合に被害が発生している。

図4は管路縦断方向の地形及び表層地盤の地盤振動特性の変化、管路の屈曲・分岐位置を示している（路線名は表1と共通）。旧地形を切土した場所では卓越周期が小さくなり、盛土した場所では卓越周期は長くなる傾向にある。なお、管路被害は分岐・屈曲の周辺で発生している。

### 4. おわりに

本研究では人工改変地盤周辺における水道管路被害の分析を行った結果、以下のような傾向であることが明らかとなった

- ・管路被害の多い場所は家屋被害の多い場所とは必ずしも同じではない。
- ・管路被害は地震時の管路の挙動が拘束される分岐・屈曲の周辺で発生している。
- ・人工改変地盤における管路被害は、地表面の傾斜度の大きさと表層地盤の振動特性に影響される。

今後は、対象地区における地震動強度の大きさも考慮し、管路被害要因について詳細に分析していく必要がある。

最後に本研究において貴重なデータを提供して頂いた神戸市水道局、宝塚市水道局の皆様に謝意を表したい。

### 参考文献

- 1)日本水道協会；水道施設耐震工法指針・解説,1997, 2)日本水道協会；兵庫県南部地震による水道管路の被害と分析, 1998, 3)宝塚市水道局；兵庫県南部地震に対する上水道施設被害調査報告書,1995

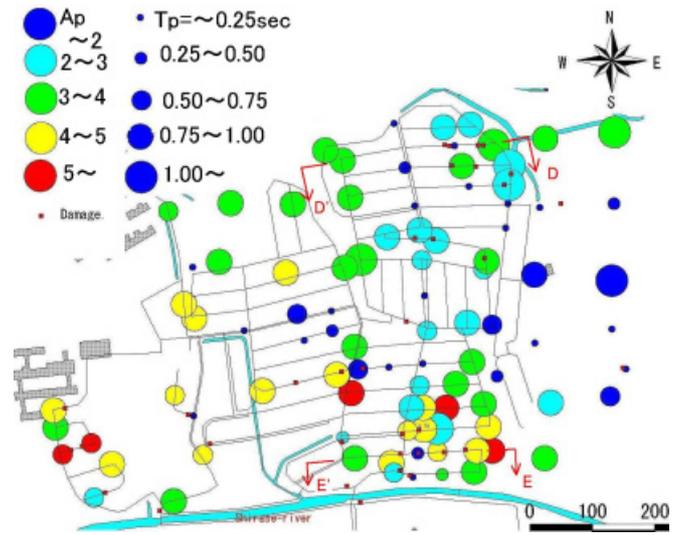


図3 常時微動測定及び管路被害地点（逆瀬台）

表1 管路被害路線の地形及び地盤振動特性の関係

測線	地区	地表面平均傾斜度	地盤振動特性	
			平均卓越周期 (sec)	平均増幅率
A-A'	神戸市会下山	9%	0.4	2.2
B-B'		5%	0.6	2.3
C-C'		10%	0.2	1.8
D-D'	宝塚市	10%	0.3	1.5
E-E'	逆瀬台	3%	0.7	3.3

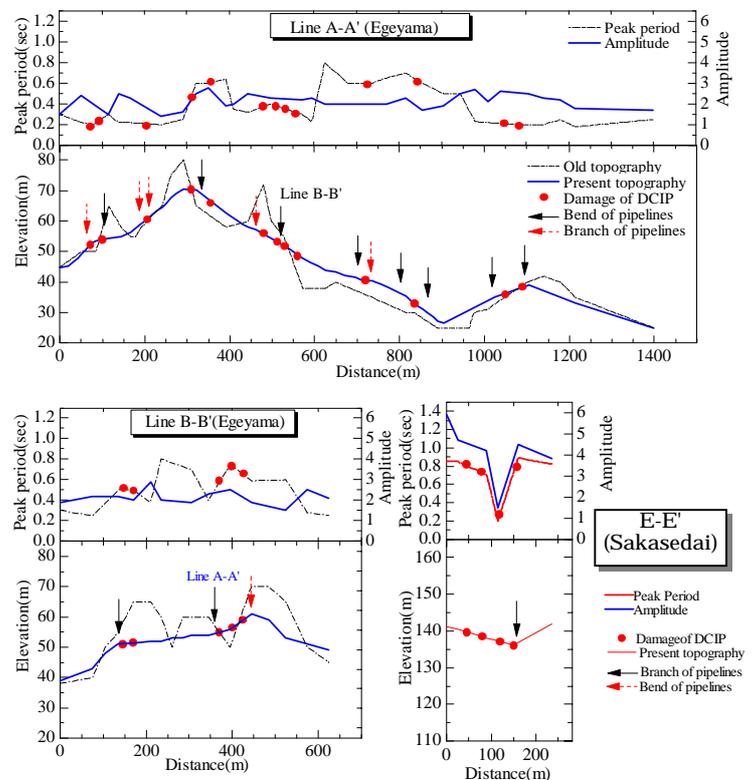


図4 管路縦断方向の地形及び地盤特性の変化