

## 人工改変地盤を対象とした水道管路の地震被害分析

日本上下水道設計  
東京工業大学

正会員 大嶽 公康  
正会員 大町 達夫

## 1. はじめに

水道をはじめとする埋設管路の地震被害は、液状化や軟弱地盤地域だけでなく、人工改変地盤においても大きな被害を受けている<sup>1)</sup>。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。現行設計基準においてもこれを考慮することになっているが<sup>2)</sup>、不整形地盤における地盤振動特性と管路被害との関連については定量的に評価されていない点がある。また、設計する際には地盤構造を推定する必要があるが、広範囲な地区を対象とするため、調査及び推定方法には簡便で実務的であることが要求される。

そこで本研究では人工改変地盤を対象として、常時微動のH/Vスペクトル比を用いて表層地盤特性を推定し、水道管路の地震被害との関連について考察した。また、水道管路の被害要因として地表面の管路口径、配水圧にも着目した。

## 2. 調査対象地区における被害概要

本研究では兵庫県南部地震において水道管路（配水管）の被害が多かった宝塚市の逆瀬台地区（白瀬上配水区、白瀬下配水区）を対象とした被害分析を行った。宝塚市はJR宝塚で694galの水平加速度が観測され、一部の地域で震度7を記録するなど甚大な被害を受けている。水道管路の被害も甚大であり、配水管被害は203件が報告されている。被害は沖積平野や震度7の地域においても発生しているが、山腹の造成地に被害が集中している<sup>3)</sup>。

調査対象の逆瀬台地区は住宅地であるが、旧版の地形図（昭和7年）よると山地であり<sup>4)</sup>、現況地盤は最大15m程度の盛土・切土により造成されている。配水管の総延長は12,640mであり、兵庫県南部地震により管路被害は30件発生している。

## 3. 調査内容

対象地区の管種はDCIPであり、昭和49年～52年頃に布設されているため、管種、老朽度については被害要因から除外した。

本研究では常時微動による表層地盤特性、配水圧及び配水管径、管路布設方向を要因とし、管路被害との関係について分析した。

## (1) 表層地盤特性

調査対象地区において常時微動測定を行い、微動記録のH/Vスペクトル比より卓越周期及び増幅率を推定した。また、地盤の不整形性を示す指標として、各管路縦断方向の卓越周期及び増幅率の最大値と最小値の差についても着目した。

表1 兵庫県南部地震による宝塚市の配水管被害<sup>3)</sup>

管種	管体被害	継手抜け	継手破損	突込み	不明	合計	平均被害率 (件/km)
DIP	0	97	0	0	7	104	0.142
CIP	15	0	2	0	3	20	0.171
VP	29	1	0	0	0	30	4.348
SGP	0	1	0	0	0	1	0.059
ACP	44	0	0	0	0	44	33.85
不明	2	0	0	0	2	4	
小計	90	99	2	0	12	203	

※DIPの被害は直管部のみ

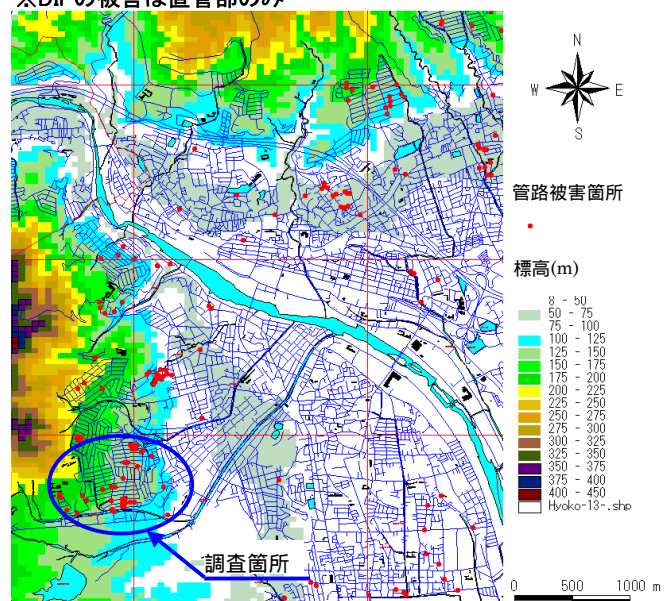


図1 調査位置図

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

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.

表2 口径別の配水管被害率

口径 (mm)	延長 (m)	被害件数 (件)	被害率 (件/km)
φ75	4,980	22	4.42
φ100	2,525	1	0.40
φ150	3,330	1	0.30
φ200以上	1,805	6	3.32
合計	12,640	30	2.37

表3 布設方向別の配水管被害率

方向	延長 (m)	被害件数 (件)	被害率 (件/km)
NS	4,465	5	1.12
EW	8,175	25	3.06

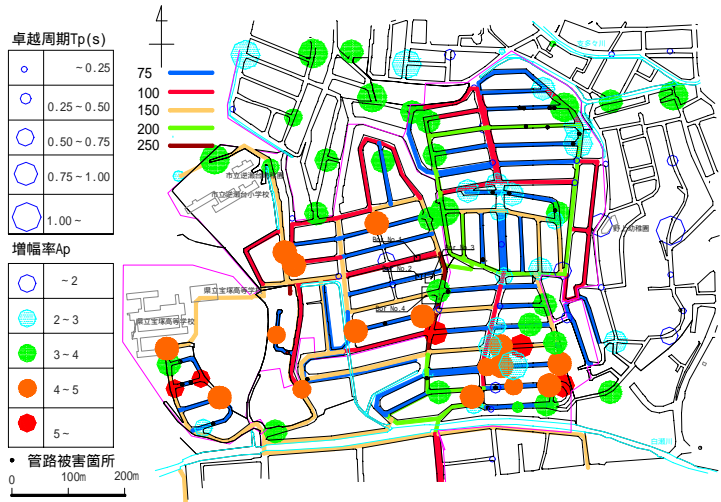


図2 常時微動調査結果

(2)配水圧

調査対象地区は住宅地であり兵庫県南部地震が早朝に発生したことから、被災時刻の水道使用率が小さかったと推測されるため、静水圧を用いている。

4. 分析結果

分析結果は表2, 3 及び図3 に示すとおりであり、配水圧、卓越周期、卓越周期の差、増幅率、増幅率の差と管路被害との相関が見られる結果となった。

管路の布設方向別の被害は EW 方向の管路に集中しており、NS 方向に比べ約3倍の被害率となった。これは地表面の平均傾斜がEW方向は8%、NS方向は3%程度であり、EW方向の方が急傾斜であることに起因していると推測される。

表層地盤特性と管路被害との関係は、地盤の卓越周期及び増幅率が小さい場合は被害が発生していない。また卓越周期の差及び増幅率の差が大きいほど、管路被害率が高くなっており、地盤の不整形性による影響も大きいと考えられる。

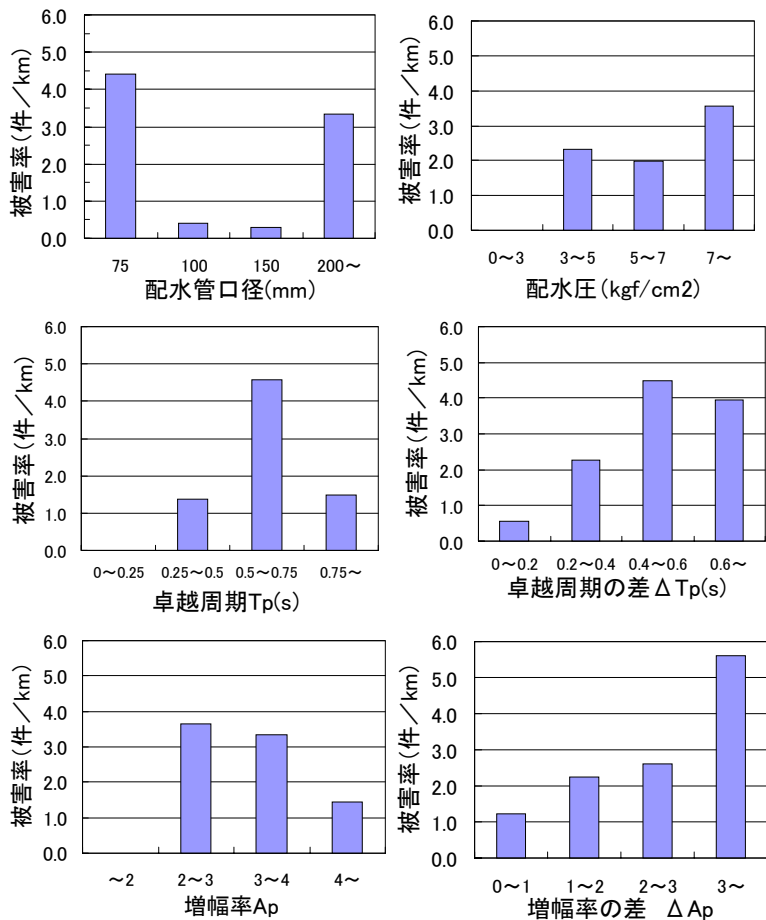


図3 各要因毎の管路被害率

5. おわりに

本研究では常時微動測定による地盤特性と管路被害とは相関のある結果が得られたことから、管路被害を推定する際に常時微動による情報を適用できる可能性があると考えられる。

今後は他の地区において同様な調査を実施し、本研究で得られた成果の妥当性を検証するとともに、数値解析等を行い、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宝塚市水道局の皆様には謝意を表したい。

参考文献

- 1)日本水道協会；地震による水道管路の被害予測，1998，
- 2)日本水道協会；水道施設耐震工法指針・解説，1997
- 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，
- 4)国土地理院；1/25,000 地形図 宝塚