## 2007年新潟中越沖地震による上水道管路の被害分析

## 金沢大学大学院 学生会員 関屋寛達

## 金沢大学理工研究域 正会員 宮島昌克

1.はじめに

水道は我々の健康及び快適な生活を維持していく上で必要不可欠な施設であるが、送配水管路、浄水・配水施 設などの基幹的な水道施設の多くが大規模な更新時期を迎えつつある。このような状況から、地震等による水道 施設の被災に伴う断水が我々の健康及び快適な生活に与える重大な影響を防止・軽減するための対策が求められ ている。水道施設の被災に伴う断水を防止・軽減する方法の1つとして耐震化が挙げられるが、その効果の大き い箇所から優先的に進めていく必要がある。また、耐震化の効果を定量的に検証する方法の1つとして、耐震化 前後において被害件数や被害率(件/km)を予測し、その変化を見ることが挙げられる。このような観点から被 害予測の精緻化は重要な課題である。本研究では、新潟県中越沖地震で発生した上水道管路被害を分析し、主に 山間部の地形の影響をするなど、既往の上水道管路の被害予測式に新たな知見を加えることを目的とする。 2.既往の被害予測式

本研究で参考にするのは、主に表-1 に挙げる既往の被害予測式<sup>1,2)</sup>である。これらは、兵庫県南部地震の水道管 路被害をもとに構築されており、数多くの水道事業体で用いられてきた式である。これらに共通していることは、 管種・口径などの管属性はもちろん、液状化の程度による影響を要因として考慮していることである。液状化の 影響を考慮することは、兵庫県南部地震の被災地のように、埋立地や軟弱地盤が広がる平野部における管路被害 の予測に向いていると考えられる。これに対して本研究では、液状化が起こりにくいと考えられる山間部で発生 した管路被害に着目し、傾斜や地すべりなどの山間部特有の要因についても考察する。鍬田ら<sup>3</sup>によると、2004 年新潟県中越地震の管路被害分析の結果、斜面地形の有無が管路被害に寄与しており、また斜面における地盤硬 さも管路被害に影響を与えている可能性のあることが分かっている。そこで、斜面における地盤硬さに関する要 因を含めて分析を行う。

于法	水道技術研究センター	日本水垣協会
予測式	管路の被害件数 = $C_p \times C_d \times C_l \times S_d \times L$	$R_{m}(\alpha) = C_{p} \times C_{d} \times C_{g} \times C_{l} \times R(\alpha)$
	$S_a$ :標準被害率 「件/km]	$R_m(\alpha)$ : 推定被害率 [件/km]
	<i>L</i> : メッシュ内管路延長(管種、口径別)[km]	R(α): 標準被害率 [件/km]
	$S_d = 4.11 \times 10^{-9} \times a^{2.92}$ (最大加速度) $\left[ a \le 800 \text{ (cm/s}^2) \right]$	$R(\alpha) = 2.88 \times 10^{-6} \times (\alpha - 100)^{1.97}$ (最大加速度)
	$S_d = 6.33 \times 10^{-5} \times v^{2.10}$ (最大速度) $\left[v \le 110 \text{ (cm/s}^2\right]$	$R(\alpha) = 3.11 \times 10^{-3} \times (\nu - 15)^{1.30}$ (最大速度)
考慮する	Cp∶管種による補正係数	C <sub>p</sub> ∶管種に関する補正係数
要因	ダクタイル鋳鉄管(A,K、T)、鋳鉄管、硬質塩化ビニル管 ダクタイル鋳鉄管(S,S)、鋼管	ダクタイル鋳鉄管、鋳鉄管、硬質塩化ビニル管
	Ca:口径による補正係数	C₀∶管径に関する補正係数
	75、100~150、200~250、 300~450、500~600	75、100~150、200~450、500~800
	Ci∷液状化の程度による補正係数	C。∷地形・地盤に関する補正係数
	埋立地以外	改変山地、改変丘陵地、谷·旧水部、沖積平地、良質地盤
	液状化なし(0 PL 5)、部分的(5 < PL 15)	
	全体的(15 < PL)	C₁∶液状化に関する補正係数
		液状化なし、液状化程度 中、液状化程度 大
	液状化なし(0 PL 5)、部分的(5 < PL 15)	
	王]仲时(15 < PL)	:地震動の最大加速度(CM/S <sup>-</sup> )
		V,地展到UU取入还反(UII/\)

表-1 既往の被害予測式<sup>1),2)</sup>

3.分析方法

本研究では、被害率(件/km)を矩形メッシュ(250mメッシュ)ごとに集計し、口径・管種・継手の管属性や 斜面における地盤硬さや傾斜に関する要因などとの関係を統計分析する。分析にあたっては、表-1の既往の研究 を参考にして、対数場での数量化理論 類を用いた多変量解析によって、各種要因の被害率への影響を定量化す る。また、地震動の最大速度と管路被害率との相関が良いので、まず、新潟県中越沖地震における最大速度分布 を、司・翠川の距離減衰式<sup>4)</sup>で求められる硬質地盤(*V<sub>s</sub>*=600m/s)の最大速度に地盤増幅率を乗ずることによっ て求めた。なお、地盤増幅率は松岡らの手法<sup>5),6)</sup>によって求められる*AVS*30(地下 30mまでの平均S波速度)と、 藤本・翠川の*AVS*30と地表面最大速度の増幅度の関係式<sup>7)</sup>を用いて求めている。1kmメッシュごとに推定した最 大速度分布と観測点における最大速度の観測値(3 成分合成)<sup>80</sup>を図-1 に示す。また、各観測点における最大速 度の観測値を横軸、推定値を縦軸にそれぞれ対数軸でプロットしたものを図-2 に示す。概ね観測値と推定値の比 が 0.5~2.0 の間にあるので、この手法で最大速度を推定することにする。



紙面の制約から、管路被害分析の詳細については発表時に譲る。

図-1 新潟県中越沖地震における最大速度の推定分布

## 参考文献

1)高田至郎, 藤原正弘, 宮島昌克, 鈴木泰博, 依田幹維, 戸島敏雄: 直下型地震災害特性に基づく管路被害予測手法の研究, 水道協会雑誌, 第70巻, 第3号(第798号), pp.21-37, 2001.3.

2) 磯山龍二,石田栄介,湯根青二,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67巻,第2号(第761号),pp.25-40,1998.2. 3) 鍬田泰子,高田至郎,勤息義公,Javanbarg Mohammad Baghe: 斜面地形による水道管路被害への影響評価~2004 年新潟県中越地震の管路被害 分析~,日本地震工学会論文集,第5巻,第4号,pp.1-14,2005.11.

4) 司宏俊、翠川三郎: 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式,日本建築学会構造系論文集,第523 号,pp.63-70,1999. 5) 松岡昌志,若松加寿江,藤本一雄,翠川三郎:日本全国地形・地盤分類メッシュマップを利用した地盤の平均S 波速度分布の推定,土木学会論文集, No.794, I-72, pp.239-251,2005.

6) 若松加病江,久保純子,松岡昌志,長谷川浩一,杉浦正美:日本の地形・地盤デジタルマップ(シリアル番号:JEGM1725),東京大学出版会,CD-ROM, 2005.

7)藤本一雄,翠川三郎: 近接観測点ペアの強震: さみこ基づく地盤増幅度と地盤の平均S 波速度の関係,地震工学研究レポート,東京工業大学, No.93, pp.23-32, 2005.

8)日本技術開発株式会社:平成19年(2007年)新潟県中越中地震(Mj6.8)の強震動について

http://www.jecc.co.jp/topics/kb/2007chuetsu\_oki/20070716\_Chuetsuoki\_eq\_ver2.0.pdf (2008年11月25日現在)