

## 上水道施設の地震時被害予測に関する一考察

福山大学工学部 正員 千葉 利晃  
 福山大学大学院 学生員 ○寺田 淳  
 福山大学大学院 三木 康弘

### 1. まえがき

昨年の阪神・淡路大震災以後、多くの自治体が地震時の被害の想定を行い、今後の大地震に備えた耐震性の向上を計ろうとしている。今までに行われていた地震被害の想定は、大地震が起こるであろうと言われていた関東地方や東海地方を対象にしたものがほとんどである。これらの地震時被害想定は、まづ震源域を想定し、地表の加速度をシミュレーションにより求め、この地表の揺れの大きさにより構造物の被害を予測するのが一般的のようである。これらの想定は、想定結果が出てきたときにはすでに使用したデータが古すぎると言われるくらい、多くの時間と金をかけた作業である。しかしながら、多くの地方自治体ではこのような時間と金はかけられないのが実状であろう。ここでは上水道施設、特に管路の地震時被害想定を簡略的に行う方法について検討する。

### 2. 東京における地震被害の想定

一般的な地震時被害想定を東京を例にとり述べる<sup>1),2)</sup>。東京においては相模トラフに震源をもつ関東地震(M7.9程度)の再来を基本前提とし、地盤・地質を考慮して、500m正方メッシュ内の地表加速度分布を推定している。水道管、ガス導管の過去の地震被害データから地表加速度と铸铁管被害率の関係を標準被害率として設定し、管種、管径、地盤条件、埋設深さなどによる震害の相違は補正係数により増減する方法により、地震被害の想定を行っている。液状化による地震被害の補正は、この後で割増係数を乗ずることにより被害数量を求めている。阪神・淡路大震災により、これらの標準被害率の数値は変更されても、方法論そのものはさほど変更はないと思われる。

### 3. 地震被害の想定における問題点

上記の方法によって地震被害を想定しようとする、管種、管径、管路長などのデータが必要なことは当然であるが、その他に、大略次のようなことを行う必要がある。

- 適当な震源域を想定しなければならない。
- 詳細な地盤・地質条件が必要である。
- 複雑な地表加速度のシミュレーションを行わなければならない。東京都の場合には500mまたは250mの正方メッシュごとに地表加速度を求めている。
- 液状化の判定を地表加速度と同じメッシュごとに行わなければならない。このためには地盤柱状図のみでなく、平均粒径などの土の詳細なデータが必要である。

上記の作業を行うとすると膨大な時間と金がかかり、一地方自治体では地震被害の想定は不可能に近くなってくる。この他にも、管種、管径により被害率は異なるが、過去の被害データが少ないため、管種、管径別の平均被害率の設定は困難である。そこで東京都においては、水道管、ガス導管の過去の地震被害データから地表加速度と铸铁管被害率の関係を標準被害率として設定している。この標準被害率にしても被害データが少ないため統計処理に問題が残る。しかしながら現時点では、これらの点に関しては工学的判断を加えながら何とか標準被害率を設定せざるを得ないであろう。今回、阪神・淡路大震災における多くの被害データを詳細に検討し、今後より妥当な被害率を設定する必要がある。

### 4. 簡易地震被害予測法について

施設の耐震化を行う場合には地震被害を予測し、想定される地震に対応した各種の対策をたてる必要がある。地方の水道局にとっては、わかり易く、簡易な被害予測法が特に望まれる。この簡易被害予測法としては参考文献 3), 4)が参考にならう。この予測法は表-1に示すように、地盤種別や管種などの各項目ごとに

重み係数を設定している。これらの重み係数は、過去の少ない被害実績に工学的判断を加え、被害の判断基準を作成し、耐震的と思われる施設から耐震的でないと思われるいくつかの施設についてケーススタディを行い、これを修正して決定している。耐震性に対する判断は、検討する施設について、項目別に該当する範疇の重み係数を掛け合わせ、その積を、耐震性の判断基準で示した数の範囲と照らして判断している。表-1に示す管路の場合には、震度階5の場合には、 $2.5 \times 2.0 \times 2.0 \times 1.2 \times 1.0 \times 1.0 = 12.0$ となり耐震性は高いが、震度階7の場合には、 $2.5 \times 2.0 \times 2.0 \times 1.2 \times 1.0 \times 3.6 = 43.2$ となり耐震性は低いと判定する。この方法によれば複雑なシミュレーションを行う必要もなく、比較的簡単に予測ができるとともに、各種施設についても同一の方法で予測が可能である。しかしながら、この方法においても液状化の判定が必要であり、全市域の地盤種別が必要である。また、地震に遭遇した時、どの程度の被害が発生するかを求める際には、管路の被害率（被害件数/km）が必要となってくるが、この被害率をどのようにして求めるかについても問題が残る。管路の被害率は耐震性が低いと判定された管路は被害が発生し、耐震性が中程度と判定された管路は1/2に被害が発生すると考えるのも一つの家であるが、管路長を加味して判断する必要もあるので、結果をみて、工学的な判断を下す必要がでてこよう。被害想定の結果、耐震性が低いものは耐震対策を行うことになるが、このときには重要度の高いものから行うことになろう。重要度の簡易判定法は参考文献5)などによればよい。

##### 5. あとがき

実際に上水道施設、特に管路の被害を想定しようとすると、管種、管径、管路長などのデータ収集から始めなければならない。これらのデータは、地震被害を想定することを目的として整理されてはいないので、これらのデータ収集も大変な作業となる。地盤についても同様であり、多くの地点でボーリング調査は行われているが、全市域の液状化判定を行うことを目的としていないため、データは整理されていないのが一般的であろう。したがって、液状化の判定を行うにはデータ不足の場合が多い。このように、地震被害を想定するには基本的なデータが不足しているのが一般的であろう。地震被害を少なくするためにも、今後、ボーリング調査を行った場合には総て各市で収集し、データの蓄積を行うシステムを作っておく必要があらう。また上水道管路のばあいにも、使用できる状態のデータベースを作っておき、常時更新しておくことが是非とも必要である。

##### 【参考文献】

- 1) 東京における地震被害の想定に関する調査研究、東京都防災会議、平成3年9月
- 2) 東京区部における地震被害の想定に関する報告書、東京都防災会議、昭和53年5月
- 3) 地震対策に関する調査報告書、厚生省環境衛生局水道環境部、昭和56年3月
- 4) 地震対策を考慮した水道施設整備方策調査報告書、水道管路技術センター、平成2年3月
- 5) 千葉・清水：Forecasting of Supply Interruption Rate with Widespread Damage to the Water Supply Network, P.D. Spanos, Y.-T. Wu (Eds.), Probabilistic Structural Mechanics: Advances in Structural Reliability Methods, Springer-Verlag, 1994, pp. 120-133

表-1 耐震診断表

施設名称：		施設類別： 管路	
項目	範 疇	係 数	得点
地 盤	1 種	0.5	2.5
	2 種	1.0	
	3 種	2.5	
	4 種	4.0	
液 状 化	無	1.0	2.0
	おそれあり	2.0	
	有	3.0	
管 種	7-角溶接鋼管	0.5	2.0
	ダク铸铁管S型	0.5	
	ダク铸铁管	0.8	
	ガス溶接鋼管	2.0	
	塩化ビニル管	2.5	
	铸铁管	2.5	
	石綿セメント管	3.0	
砂接合鋼管	4.0		
管 径 (公称径)	150mm ≥	1.5	1.2
	200~350mm	1.2	
	400~900mm	1.0	
	1000mm ≤	0.8	
事故等 の頻度	小	1.0	1.0
	中	1~5	
	大	5.0	
震 度 階	5	1.0	12.0
	6	2.2	26.4
	7	3.6	43.2
耐 震 性	高 い	13 >	
	中	13~30	
	低 い	30 <	