

I - B 45

K 市における水道管路の地震被害予測

日本大学理工学部 学生会員 川口一成 太田友嗣 峯岸龍一
正会員 鈴木順一 正会員 花田和史

1. はじめに

1995年に発生した兵庫県南部地震では水道が果たしている社会的な役割の重大さ、ライフラインとしての重要性が改めて認識された。未曾有の大災害をもたらした都市機能を麻痺させたこの地震を機会に、K市においても災害に強い安全な街づくりのための防災対策の見直しが行われている。都市や施設の合理的な地震防災の策定には想定地震に対する被害推定が必要である。被害規模や災害時の弱点を予測し、対策目標水準を定め、予防対策、応急対策、復旧対策に連結する。本報は兵庫県南部地震規模の地震がK市を直撃した場合を想定して水道管路の被害発生程度の予測をするものである。

2. 方法

2-1 地震動の予測

被害予測を行うために、まず対象とする地域に影響を与えうる地震の震源設定を行い、模擬地震動を作成し、地震動を予測した。震源として、東京近郊に存在し、今後も活動の可能性の高い活断層と東京近郊に被害をもたらした可能性のある歴史地震から代表的なものを設定した。大崎スペクトルを目標スペクトルとして、応答加速度の大きいT断層地震(マグニチュード $M=7.8$ 、震央距離 $R=28.0\text{km}$)を震源と設定した。また、80点のボーリングデータを使い模擬地震動の地表面加速度分布を算出し図1に示す。最大加速度はK市の半数以上の地点で400galを越え、最大で608galとなった。この結果、この地域は震度階Ⅶの激震になることが予想される。

2-2 水道管路の被害推定式

礫山、片山¹⁾によって提案された以下に示す水道管路の被害推定式がある。

$$R_m = C_1 C_2 C_3 \cdots C_n R(\alpha) \quad (1)$$

ここに、 R_m は補正された被害率[件/km]、 $C_i (i=1 \sim n)$ は各種の補正係数、 $R(\alpha)$ は標準被害率[件/km]、 α は地震動の最大加速度[g]である。この式は過去の被害に基づく経験式であり、適用が簡便かつ実務的であるので、多

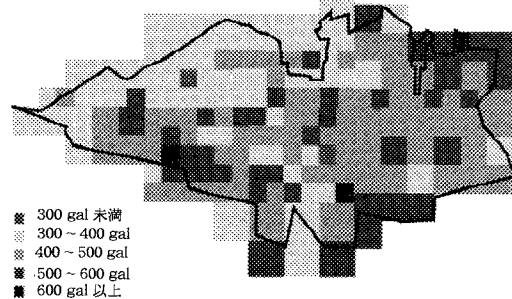


図1 地表面加速度分布

くの被害推定で用いられている。補正係数 C_i には管種、管径、地盤条件等各種が考えられるが、各都市の実状に応じて様々な組み合わせが採用され、その係数値は、その時々最新のデータに基づき設定されている。K市の水道管のほとんどはダクタイル鋳鉄管であり、他の管種は数量も少なく順次、改善工事を行っている。そのため、管種についてはダクタイル鋳鉄管(一般継手管)のみとし、被害推定式を

$$R_m = C_d C_g C_i R_{DIP}^{(i)}(\alpha) \quad (2)$$

とまとめた。ここに、 $R_{DIP}(\alpha)$ はダクタイル鋳鉄管に対する標準被害率であり、

$$R_{DIP}^{(1)}(\alpha) = 1.32 \times 10^{-6} (\alpha - 100)^{1.93} \quad (3)$$

$$R_{DIP}^{(2)}(\alpha) = 4.58 \times 10^{-7} (\alpha - 100)^{1.93} \quad (4)$$

$$R_{DIP}^{(3)}(\alpha) = 2.10 \times 10^{-3} (\alpha - 200)^{1.01} \quad (5)$$

の3種類を用いた。式(3)、(4)は兵庫県南部地震でのデータを基に礫山ら²⁾が提案した標準被害曲線である。良質な沖積平地を対象としている。式(5)は兵庫県南部地震における芦屋市の水道管被害データを基に審ら³⁾

キーワード 大崎スペクトル 一次元重複反射理論 水道管路
連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8 電話 (03) 3259-0689

が提案した被害率曲線であり、この地震で他地域より大きな被害を受けた地域を対象とし、これまでに提案されてきたものより高めの被害率を与える。 C_d, C_g, C_l はそれぞれ管径、地形、液状化による補正係数であり、これらの値をまとめて表1に示す。

3.被害件数の予測

方法2-1で算出した最大加速度と式(2)~(5)を用いて被害率を計算し、これに水道管路長を乗じて被害件数を算出した。式(3)、(4)を用いたときの被害率補正係数については次のように設定した。管径による補正は実際の水道管の管径に応じて表1の値を用いる。地形についてはボーリング調査結果より、K市の地層は関東ローム層、砂礫層を中心とした安定した地盤であると考えられている。そこで、兵庫県南部地震において比較的締まった地盤で地盤変状が少なかったといわれている沖積平地を採用する。また、過去の大地震(関東大震災1923)においても液状化は発生していない。しかし、2-1で算出した最大加速度は関東大震災の場合の2~3倍となっており、まったく液状化しないとは考えられない。そこで、部分的には液状化するものとする。液状化を期待せざるを得ない場合として、式(5)を用い、管径による補正係数のみを考慮する。K市を36個の均等格子(900m×900m)に分割して解析した場合の被害件数分布図を図2に、また、神戸の被害率⁴⁾との比較を表2に示す。

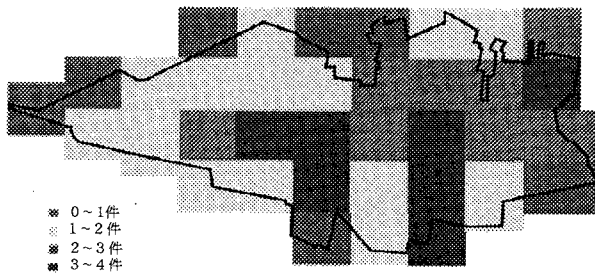


図2 被害件数分布図

表2 K市における予測被害件数と神戸市の被害件数の比較

		被害件数(件)	総被害率(件/km)	総延長(km)
K市	式(3)による	67	0.206	324.155
	式(4)による	12	0.037	
	式(5)による	169	0.526	
神戸市		710	0.521	1349.757

表1 補正係数値

	カテゴリー	係数値
管径	φ75	1.6
	φ100~150	1.0
	φ200~450	0.8
	φ500以上	0.5
地形	変遷山地	1.1
	段丘	1.5
	谷、旧水部	3.2
	沖積平野	1.0
	その他	0.4
液状化	なし	1.0
	部分的	2.0
	全体的	2.4

4. 結果と考察

用いる被害曲線によって結果は大きく異なった。式(3)を用いた予測では被害率が神戸の約4割となり、埋め立て地や扇状地が多い神戸市の地形と平野部にあるK市の地形の違いを考慮すればこの結果は信頼できる予測であろう。式(4)は磯山ら²⁾が提案した標準被害曲線の中で低い被害率を与えるものであり、被害を受けたと予測される箇所は高い確率で実際に被害を受ける地点の予測となっていると考える。式(5)は芦屋市の被害を予測するもので、芦屋市の地域性を含んでおり、そのままK市に適用し難い。しかし、神戸市が実際に受けた被害と比較すると、非現実的な結果を与えているとも思えない。式(4)で予測される地点ほどではないが、実際の被害例に基づき経験式に基づいており、当該地域の被害予測に大きな示唆を与えるものである。2つの結果を比較、検討することにより各地点の改善工事の優先順位等を定める目安が得られる。このように、用いる被害推定式の特性を考慮すれば防災上有意義な情報が得られる。

参考文献

- 1) 磯山龍二他、システムの地震時信頼度評価法、土木学会論文報告書、第321号、1982
- 2) 磯山龍二他、1995年兵庫県南部地震に基づく水道管路の地震推定式、第10回日本地震シンポジウム、1998
- 3) 審浩年他、兵庫県南部地震における芦屋市の水道管被害の相関分析、第10回日本地震シンポジウム、1998
- 4) 日本水道協会、1995年兵庫県南部地震による水道管路の被害と分析、1996.5