

福山市上水道配水管の地震被害想定について

福山大学工学部 正員 ○千葉利晃
 福山大学工学部 正員 西原 晃
 福山大学工学部 正員 田辺和康
 (株) ウエスコ 正員 三木康弘

1. まえがき

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。広島県においても、平成7・8年度の調査結果である「広島県地震被害想定調査報告書」¹⁾が昨年公表された。また、国土庁も、南関東地域直下の地震被害想定手法検討委員会において検討し、「地震被害想定支援マニュアル」²⁾を昨年インターネットのホームページで公表した。このマニュアルは表計算ソフトであるエクセルを用いたもので、簡単に地震被害が想定できるようになっている。これらの地震被害想定は、震源域を想定して地表の加速度あるいは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と既往の地震被害データに基づく被害推定式より被害を予測するのが一般的である。広島県および国土庁ともに、建物や火災なども想定の対象となっているが、ここでは上水道施設、特に配水管の地震被害想定について両手法を中心に検討する。

2. 配水管の地震被害予測

配水管の地震時被害率 D を求めるには、次式に示す平均被害率に地盤条件などの重み係数を乗じるのが一般的な方法であろう。

$$D = R(\alpha) \times w_1 \times w_2 \times w_3 \times w_4 \quad (1)$$

$R(\alpha)$: 最大加速度（速度）あるいは震度別平均被害率（被害件数/km）

w_1 : 管種別重み係数 w_2 : 管径別重み係数

w_3 : 地盤別重み係数 w_4 : 液状化重み係数

重み係数は、管種と関係をまとめた重み係数とか地盤と液状化をまとめて係数を設定したものなど、いろいろである。铸铁管(CIP)の平均被害率については、従来よりサンフェルナンド地震の最大加速度 α と被害率の関係より次式（磯山ほか³⁾）が良く用いられてきた。

$$R(\alpha) = \begin{cases} 1.7 \times \alpha^{6.1} \times 10^{-16} & ; \alpha < 430 \text{ gal} \\ 2.0 & ; \alpha \geq 430 \text{ gal} \quad (R \geq 2 \text{ のとき } R = 2 \text{ とする}) \end{cases} \quad (2)$$

この式は広島県による被害想定でも用いられている。一方、磯山らは兵庫県南部地震の被害事例を基にして新たに次に示す铸铁管の平均被害率を提案した⁴⁾。

$$R(\alpha) = 2.88 \times 10^{-6} (\alpha - 100)^{1.97} \quad (3)$$

式(4)、(5)の関係を図-2に示す。両式とも磯山らによるものであるが、式(2)を広島県、式(3)によるものを磯山として示している。兵庫県南部地震では非常に大きな被害があったにもかかわらず、式(3)による被害率が小さくなっている。

地震被害想定には速度もまた良く用いられる。国土庁の地震被害想定法では、地表最大速度 v による速度係数 $C(v)$ に各種重み係数を乗じて水道管の地震被害を予測している。重み係数は管種と管径を組み合わせ管種・管径別の係数を採用している。したがって、铸铁管(CIP)の平均被害率は次式(4)に示す速度係数

C(v)に管種・管径別重み係数(铸铁管/管径 100~250mm の場合 1.70 など)を乗じたものとなる。

$$C(v) = \begin{cases} 2.24 \times 10^{-3} \times (v-20)^{1.54} & ; v \geq 20 \\ 0 & ; v < 20 \end{cases} \quad (4)$$

また、礫山らによる最大速度に関する铸铁管の平均被害率は次式で表わされている⁴⁾。

$$R(v) = 3.11 \times 10^{-3} (v-15)^{1.30} \quad (5)$$

式(4)による铸铁管の平均被害率と、式(5)による被害率の関係を図-2に示す。この図から、国土庁による被害率の方が管径が小さいものほど大きく設定していることがわかる。

広島県による上水道配水管の地震被害予測は、福山市の場合には、管径が主に 250mm 以上の管路に対する予測のようである。管径が小さい管路ほど被害は大きいので、この結果からだけで福山市の地震被害を判断するのは難しい。現在、GIS を利用して福山市の配水管の地震被害予測を行うべく作業を行っているが、配水管路の入力を終了した段階である。西原による福山市の地盤性状の評価結果⁵⁾を利用してより妥当性の有る予測を試みる予定である。国土庁のマニュアルを用いた評価結果と広島県の予測結果などの比較は紙面の都合で省略し、発表会当日に譲る。

3. あとがき

国土庁のマニュアルは非常に簡便で利用しやすいが、直下型地震による被害の予測であり、遠くに震源をもつ場合には被害が大きくなりすぎるため、利用範囲が限定される。しかしながら、予算の少ない地方の自治体でも簡単に地震被害の予測が行えるため、利用価値は高い。遠距離に震源をもつ場合にも利用可能なように是非改良してほしいものである。面的に広がりネットワーク化している配水管の場合、個々の耐震性を高めるだけでなく、ネットワーク全体のシステムとしての耐震性を高める必要がある。この為にも、地震被害の予測にGISを利用し、予測結果とネットワークの機能評価などと組み合わせ、総合的にネットワークの評価を行うことが望まれる。

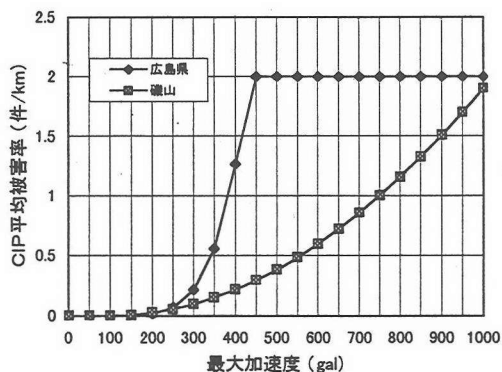


図-1 最大加速度と CIP 被害率の関係

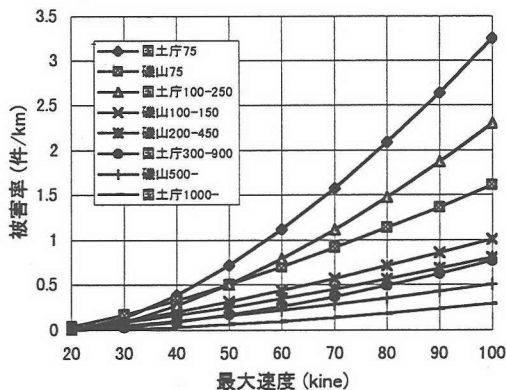


図-2 最大速度と CIP 被害率の関係

[参考文献]

- 1) 広島県：「広島県地震被害想定調査報告書」、1997年6月
- 2) 国土庁：「地震被害想定支援マニュアル」、1997年8月
- 3) 礫山、片山：「大規模水道システムの地震時信頼度評価法」、土木学会論文集、1982年5月
- 4) 礫山、石田、湯根、白水：「水道管路の地震被害予測に関する研究」、水道協会雑誌、1998年2月
- 5) 西原ほか：「歴史的経緯からみた福山市の地盤性状の評価」、中国支部発表会、1998年6月