

広島市地震情報ネットワークシステムによる上水道被害予測法について

中電技術コンサルタント(株) 正会員 ○山田 一臣
 広島大学工学部 F 会員 佐々木 康
 広島市消防局 正会員 小西 宏之
 広島市水道局 田村 慎吾

1. はじめに

広島市では、地震発生時における初動体制の確立を目的とした地震情報ネットワークシステム¹⁾を構築している。このシステムでは、市内8ヶ所の地震観測情報を基に市内全域の地震動分布と低地部の液状化危険度分布を予測するとともに、広島市の上水道管路について被害予測を行う。

本報告では、この被害予測法について検討した結果を報告する。

2. システム概要

地震が発生すると、市内8ヶ所に設置された観測機器からの地震観測情報をもとに、各種被害予測が実施される。上水道被害予測は、被害2次予測項目の1つとして、物的被害(1km当りの被害箇所数)と機能支障(水圧低下を考慮した管網計算)が20分以内に実施されるもので、前者は市内全域を町丁目と500mメッシュで細分化した予測点で、後者は市内中心部の4地区について構築した管網で被害予測を行う。結果は即時に消防署他の関係機関に配信・画面表示されるシステムになっており、初動体制の確立に資する役割を果たす。

3. 被害予測手法

① 物的被害

各管路の被害率は、管路の諸元、埋設条件等により異なる。よって、被害率は標準被害率に各種補正係数(管種、管径、地形、液状化)を乗じて算出される。被害率算定式、及び、補正係数には、磯山らにより報告された日本水道協会の提案式²⁾を用いた。

$$R_{fm}(\alpha) = C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times R_f(\alpha)$$

ここで、 $R_{fm}(\alpha)$: 管路被害率(箇所/km)、 C_1 : 管種係数

C_2 : 管径係数、 C_3 : 地形係数、 C_4 : 液状化係数

$R_f(\alpha)$: 標準被害率(箇所/km)

$$= 2.88 \times 10^{-6} (\alpha - 100)^{1.97} \cdots \text{CIP}$$

$$= 1.32 \times 10^{-6} (\alpha - 100)^{1.93} \cdots \text{DIP}$$

物的被害予測の管路基礎データ(管種、管径、延長等)³⁾と地盤モデルは予測点毎にデータベース化されているため、管路被害率は、地震発生後に図-1の流れによって算出される予測点における地表面最大加速度(α)を用いて計算される。

② 機能支障

上水道はネットワーク系のライフラインであり、地震時の供給機能に対する信頼性が問題になる。本システムでは、モンテカルロシミュレーションにより地震被災時の水圧低下を考慮した機能支障予測⁴⁾を組み込んだ。解析フローを図-

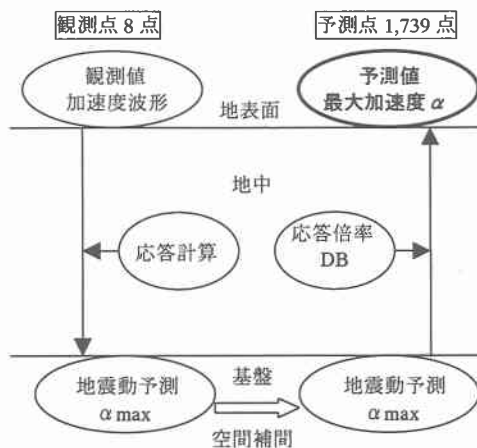


図-1 地表面最大加速度の算出

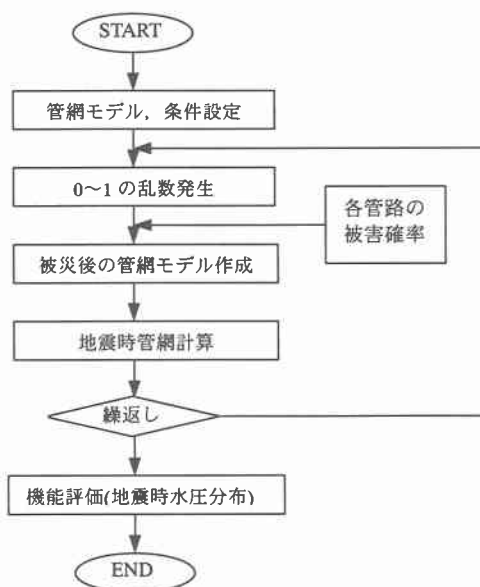


図-2 機能支障解析フロー図

2に、対象とした管網モデルの諸元を表-1に示す。

被災後の管網モデル作成に必要な各管路の被害確率は、次式により算出する³⁾。

$$P_{jm} = 1 - \exp(-R_{jm} \cdot L)$$

ここで、 P_{jm} ：管路被害確率、 L ：管路延長(km)

R_{jm} ：管路被害率(箇所/km)

地震時管網計算では、“管路被害有り”と判定された管路に漏水が生じるものとし、漏水量は兵庫県南部地震の被災調査事例を参考に設定した。また、上水道利用の多い時間帯に被災することを仮定し、配水池水位はL.W.L.、需要水量は時間最大給水量としている。管網計算の繰返し回数は、これを变化させた感度分析結果と、予測に許容される時間から、管路諸元より定めた被害確率(P_{jm})と解析により算出した被害確率との平均誤差が3%以下となる30回とした。繰返し計算が終了すると、各節点における平均的な水圧は次の通り算出される。

$$(\text{各節点の平均水圧}) = \Sigma (\text{各被災モデルにおける水圧}) / (\text{繰返し回数})$$

4. 予測画面イメージ

予測結果は、物的被害予測と機能支障予測が独立して画面表示される。図-3は機能支障予測の画面イメージである。背面は水圧値を、節点は常時水圧に対する水圧低下確率を示している。地震時の消火活動体制や管路復旧体制の確立にあたり、前者は出火点付近の消火栓が使用可能であるか、或いは、河川等の自然水利に頼るべきかといった判断材料に、後者は、必要な水圧が確保されていたとしても、その被害程度を知る指標として有効である。

送水施設では、必要水圧として常時で $1.5(\text{kgf/cm}^2)$ 以上、火災時の消火栓利用時に正圧以上であることと定められている⁴⁾。本システムのランク表示は、この基準を基本に消火活動の実態を捉え、消火栓からポンプ車までのヘッドロスと摩擦ロスに余裕を見込んで $0.5(\text{kgf/cm}^2)$ 及び $1.5(\text{kgf/cm}^2)$ を“しきい値”に設定した。

5. まとめ

広島市のリアルタイム地震被害予測システムに用いる上水道被害予測法

について報告した。今後の課題としては、同システムで別途予測される橋梁被害結果を用いて添架管に対する被害確率を与えるなど、他の施設被害との関連付けが挙げられる。なお、本報告は広島市地震情報ネットワークシステム検討委員会において検討されたものであり、関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Y.Sasaki, K.Fujiwara, F.Miura, H.Konishi, S.Furukawa : Development of the seismic disaster information system for HIROSHIMA CITY, 12WCEE 2000
- 2) 磯山龍二, 石田栄介, 湯根清二, 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(No.761), 1998.2
- 3) 広島市消防局 : 広島市大規模地震被害想定調査報告書, 1997.3
- 4) 山田一臣, 細井由彦, 田村慎吾, 小西昇 : 配水幹線網の地震時信頼性評価について(その2), 土木学会中国支部第51回研究発表会, 1999
- 5) 日本水道協会 : 水道施設設計指針・解説, 1990

表-1 管網モデル諸元

対象区域	モデル諸元	配水池名
旧市街地(中区)	節点数 314 管路数 400(L=154.5km)	牛田, 己斐
佐伯低地区部	節点数 126 管路数 148(L=42.2km)	河内, 東迫, 坪井
安佐南低地区部	節点数 159 管路数 183(L=67.8km)	緑井(2系列)
安佐北低地区部	節点数 91 管路数 98(L=47.6km)	高陽

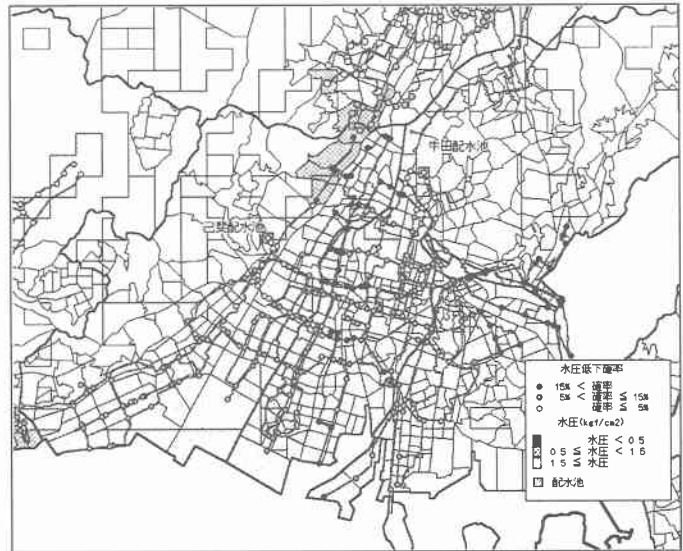


図-3 機能支障予測の表示画面イメージ