

配水幹線網の地震時信頼性評価について（その2）

中電技術コンサルト(株) 正会員 ○山田 一臣
鳥取大学工学部 正会員 細井 由彦
広島市水道局 田村 慎吾
同 小西 昇

1. はじめに

兵庫県南部地震を契機として、直下地震を対象とした機能点検が主要なライフライン施設である上水道システムについても実施されている。これを受けて昨年、被災直後および復旧時の管網解析を実施し、水圧低下時の給水機能の評価を試みた。本年度は兵庫県南部地震の被害調査結果より提案された新しい標準被害率推定式を用い、被害確率の見直しを行った。さらに火災時として消火用水を考慮した管網解析を実施し、配水幹線網の機能評価を行った。

2. 評価方法

配水幹線網の地震時信頼性評価のため、モンテカルロ・シミュレーションによる管網解析を実施した。管路被害については、新たに提案された標準被害率推定式をもとに管路被害確率を設定し、被災管路を決定する。この被災後の管網モデルによる管網解析を繰り返し、各需要点における平均的な水圧、供給信頼度を求め、管網システムの機能を評価する。評価方法の概略フローを図-1に示す。

3. 対象とした配水幹線網

管網解析に用いる管網モデルには、2箇所の配水池から供給される管網を抽出した（図-2）。なお、想定した地震は、地震被害想定調査¹⁾で対象としたマグニチュード6.5の直下地震である。

4. 管路被害率

管路の標準被害率については、地震被害想定調査においては久保、片山の提案式²⁾を用いたが、新たに兵庫県南部地震の管路被害調査結果を受けた標準被害率推定式および被害率補正係数が提案されたため³⁾、被害確率の見直しを行った。推定式を以下に示す。

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

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

ここで、 $R(\alpha)$ ：標準被害率（件/km）

α ：地表面最大加速度（gal）

5. 評価結果

(1) 管路被害確率の見直しについて

新、旧被害率推定式より求めた管路被害確率を図-3に示す。管種・管径、地盤条件が同一の場合、地表面最大加速度の増加にともない、旧推定式に比べ新推定式の標準被害率が小さくなり、被害率補正係数は若干異なるものの管路被害確率は小さくなる。その結果、従来の推定式に比較して、被災管路数が7割程度に減少した。

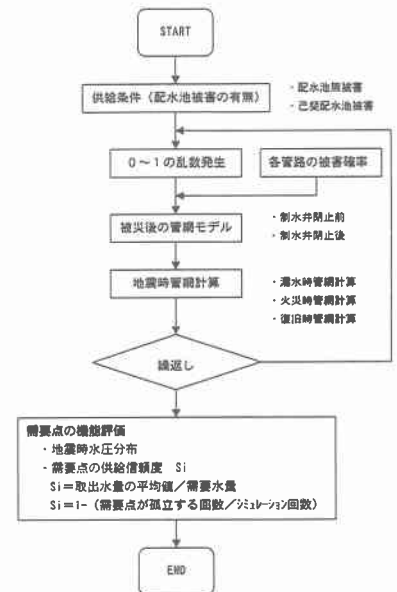


図-1 概略評価フロー

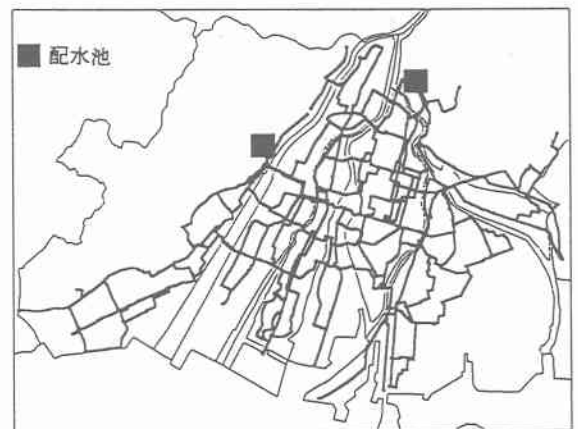


図-2 対象管網図

(2) 火災時管網解析

火災時の管網解析を行う上で、消火栓開栓位置および消火用水量が重要となる。開栓位置については火災危険度分布³⁾に従うこととした。また消火用水量については、1火点当たり $5.0\text{m}^3/\text{min}$ （同時開栓数 5 栓）を基本とし⁴⁾、火災危険度に応じて低減した。また河川に近い区域について、自然水利を利用した場合の解析を行い、評価を行った。

a) 消火栓のみ利用した場合

消火用水を引抜いた場合の水圧分布を図-4～6に示す。管網末端付近において消火用水を引抜いた場合、水供給量に占める消火用水量の割合が大きいため、局部的に水圧低下箇所が発生する。管網中心部については、水供給が管路末端部に比べスムーズなため、深刻な水圧低下とはならない（図-4）。配水池が被災した場合、水供給量が大きく減少するため、特に配水池からの距離が大きくなるにつれて水圧低下が著しい（図-5）。将来計画管路を付加した場合、水圧低下箇所付近に被害を受けにくい耐震継手管渠が布設されるため水圧低下の改善効果大きい（図-6）。消火栓を利用した消火活動の必要水圧⁴⁾が正圧($0\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上)であることを考えると、配水池が被災しなければ概ね地震被災時の消火栓利用は可能と考えられる。

b) 自然水利を利用した場合

河岸より200mまでの範囲を自然水利利用区域とした場合、水圧低下が若干改善された。その他の水利（防火水槽等）を考慮すれば、改善効果は大きくなると考えられる。

6. まとめ

今回の解析により、消火栓を利用した消火活動が給水機能に与える影響を確認するとともに、対象区域における地震被災時の消火栓利用について一定の信頼性を得ることができた。今後は、地域特性を考慮した被害率補正係数の見直し、防火水槽等の水利や消防活動の規模・形態を考慮した解析、また復旧活動などを考慮した解析を実施し、より具体的な機能評価を行っていきたい。

参考文献

- 1) 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
- 2) 磯山龍二，片山恒雄：大規模水道システムの地震時信頼性評価法，土木学会論文報告集，No.321,1982.5
- 3) 磯山，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，No.761,1998.2
- 4) 日本水道協会：水道施設設計指針・解説，1990

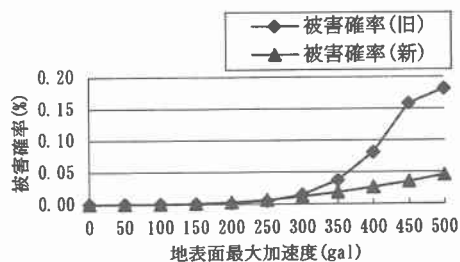


図-3 被害確率の比較

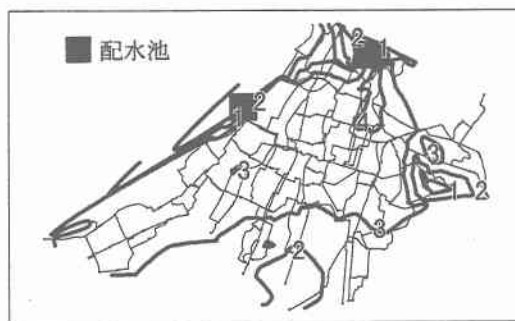


図-4 水圧分布 (現況-配水池無被害)

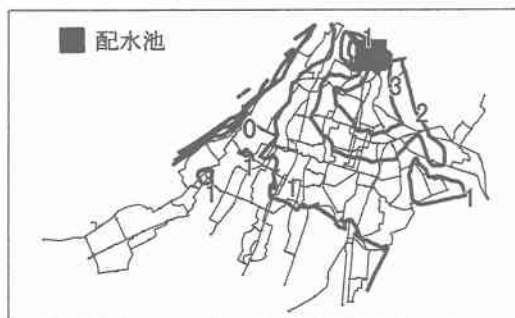


図-5 水圧分布 (現況-1池被害)

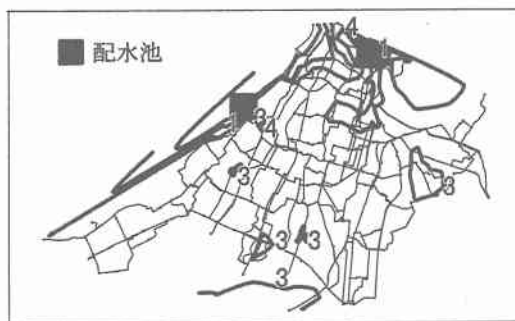


図-6 水圧分布 (将来-配水池無被害)