

配水幹線網の地震時信頼性評価について

中電技術コンサル(株) 正会員 ○山田一臣
鳥取大学工学部 正会員 細井由彦
鳥取大学工学部 正会員 野田 茂
広島市水道局 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。そこでは、物的な被害想定とともに、システムの機能支障の評価がなされているが、その評価法は主に簡易的な評価が多く、地震直後の漏水による水圧低下を考慮した評価まで実施しているケースは少ない。ここでは、被災直後および復旧時の管網解析を実施し、各需要点における水圧低下、水量不足などの具体的な機能評価を試みた結果について報告する。

2. 評価方法

上水道システムの地震時信頼性評価法としては、兵庫県南部地震の被害データから提案された物的被害率と信頼度の関係式を用いる方法¹⁾、あるいは簡易なネットワーク解析を行い信頼度を求める方法²⁾が提案されているが、ここでは被災直後の管路破損箇所からの漏水による水圧低下、および復旧時の制水弁閉止後における水圧低下を評価するために、モンテカルロ・シミュレーションによる管網解析を実施する。破損箇所については、地震被害想定調査³⁾で求められた管路被害率をもとに管路被害確率を仮定し、被災管路を設定する。これにより、ある地震における被災後の管網モデルを作成する。この被災後の管網モデルによる管網解析を100回繰り返すことにより、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。その形態を図-2に示す。なお、想定した地震は、地震被害想定調査³⁾で対象としたマグニチュード6.5の直下地震である。

4. 評価結果

(1) 漏水を考慮した管網解析結果

管路被災箇所からの漏水を考慮した管網解析を実施し、どのエリアでどの程度の水圧低下が生じるかを評価した。漏水量については兵庫県南部地震の漏水状況を参考に、すべての破損箇所からの総漏水量が総需要量の40%の発生量となるケースを設定した。また配水池の水位は各配水池のL.W.Lとした。

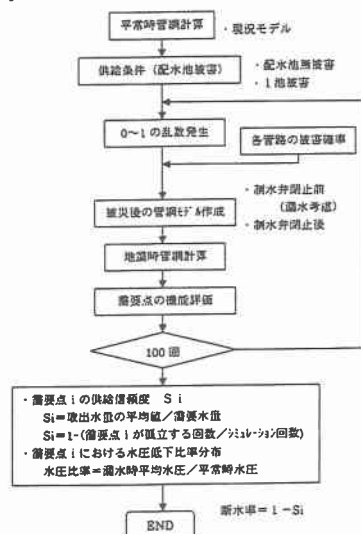


図-1 概略評価フロー

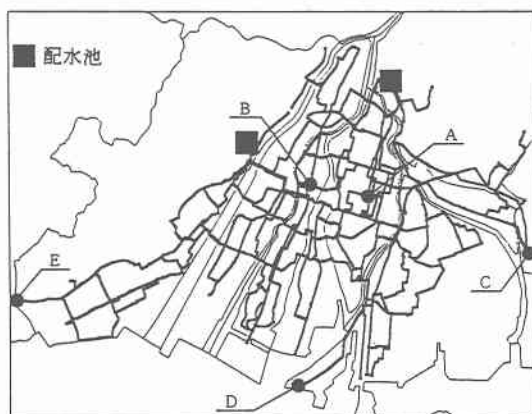


図-2 対象管網図

a) 配水池無被害の場合

漏水時水圧と平常時水圧との水圧低下比率分布を図-3に示す。このケースでは、配水池から最も遠いエリアで水圧低下が発生したが、漏水量を増加させても市内中心部では水圧低下の影響は小さい。一部の末端管路部で水圧低下による若干の水量不足が発生する。

b) 配水池が被災した場合

2箇所の配水池のうち1箇所が被災し、供給水量が減少したケースでの水圧低下比率分布を図-4に示す。このケースでは、配水池から遠いエリアで水圧低下・水量不足が発生し、漏水量の増加にともない、水圧低下エリアは市内中心部へと拡大し、末端管路部は水量不足が進行する。

c) 将来系管路を考慮した場合

現況の管網に加えて、新たに将来系管路を考慮した管網解析を実施した。この場合、現況モデルにおいて水圧低下が起きているエリア（末端管路部）付近に将来系管路が設置されることにより供給信頼度が向上し、水圧低下が改善されている。

(2) 制水弁閉止後の管網解析結果

地震直後の漏水を考慮した解析に続いて、復旧時における管路被災部の両端の制水弁閉止後の管網解析を行った。図-2中に示す需要点A～Eの供給信頼度を表-1に示す。このケースでは、孤立需要点（制水弁閉止により水源からどの管路を通っても供給不可能となる需要点）は、市内全域に散在するものの、水源から離れている末端需要点において発生する確率が高い。

5. まとめ

以上の結果から、対象とした配水幹線網について、被災時の水圧低下エリアの分布、将来系管路を付加した場合の水圧低下の改善効果を確認できた。また供給拠点となる配水池が被災した場合の供給水量の減少が、水圧低下・水量不足に大きく影響を与え、市内中心部のように需要点につながる管路が多いほど供給信頼度が高いことが確認できた。

今後は、橋梁添架管の評価方法の検討、火災エリアへの重点供給を考慮した管網解析などを行い、防災対策、復旧戦略などの参考資料となれば幸いである。

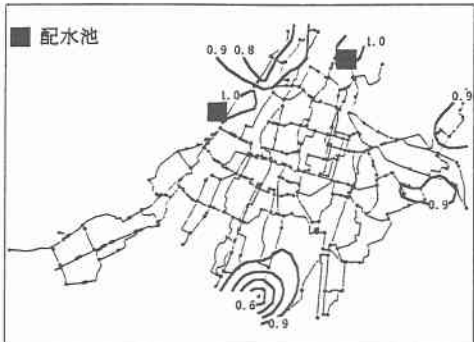


図-3 水圧低下比率分布（配水池無被害）

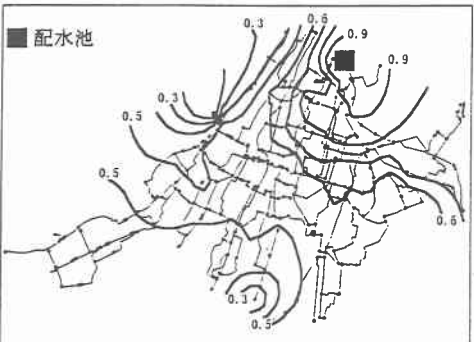


図-4 水圧低下比率分布（1池被害）

表-1 制水弁閉止後の供給信頼度 S_i (%)

需要点	孤立率 (%)	供給信頼度 S_i (%)
A	15	85
B	9	91
C	57	43
D	89	11
E	57	43

※ 孤立率＝需要点が孤立する回数／シミュレーション回数
供給信頼度 $S_i = 1 - \text{孤立率}$

参考文献

- 1)川上英二：震災フォーラム No.3「ライフライン」、土木学会誌、pp.42-43,1996.1
- 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)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