

地震時損傷管路網の給水性能評価

武蔵工業大学 学生員 ○孫 正涛
武蔵工業大学 正会員 小池 武

1. はじめに

大規模な地震時、上水道システムの配水本管は、断水状態に陥る恐れがある。それは水圧・水量の低下や管路漏水などにより、水源からの送水が不可能となるためである。その状態になったとき、水道管理者は水を供給することがどの程度できるかを把握し、耐震対策や震災後応急対策などをしなければならない。

そこで本研究の目的は地震後、配水本管の給水ノードに対する給水性能（水圧・取出水量）がどの程度低下するか評価する。

2. 対象上水道配水本管のモデル化

解析対象地区モデルとして、図1のように、川崎市の上水道配水本管¹⁾²⁾を採用した。

リンク番号とノード番号を付け、図2のように配水本管をモデル化した。

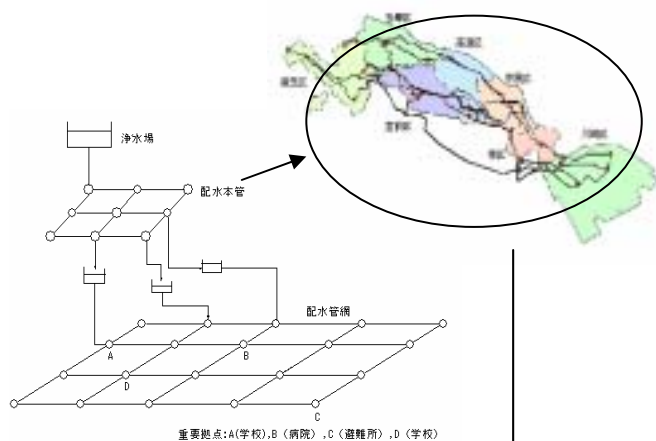


図1 対象地区モデル化

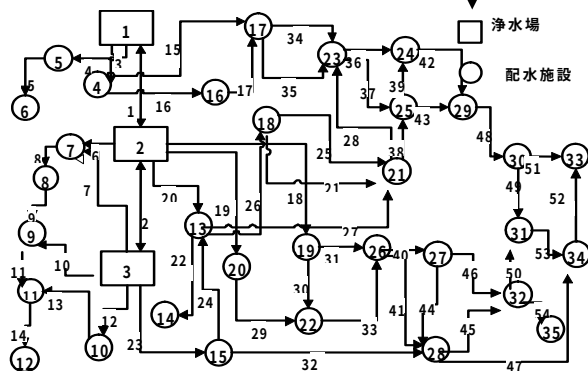


図2. 上水道配水本管図

解析データとして、配水本管に実際な値を与え、GISマップ上にモデルを作り、詳細な配管データ（延長管路、管径）を取り扱った³⁾。ただし、漏水係数 $c=0.0005$ 、流速 $1 \text{ m}^3/\text{sec}$ と節点条件（地盤高、管中心高、需要水量、許容取出水量、エネルギー位）は仮定の値³⁾である。

3. 解析方法

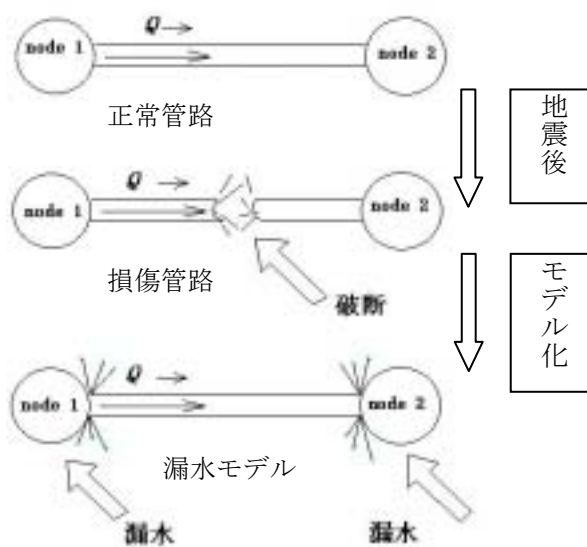


図3 漏水モデル化示図

本研究は漏水を考慮した管網解析法³⁾を採用した。管路破断の代わりに、管路両端のノードの漏水係数 c を正常時の 1000 倍にし、得られた漏水量は破断した管路の漏水量と同等であるとした。

そのため、本研究で扱われた配水本管における各リンクを図3のように漏水モデル化した。

破壊確率major

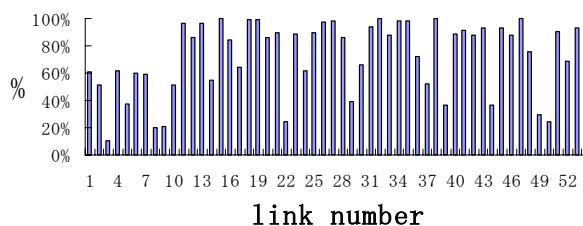


図4.地震時管路破壊確率

漏水モデル化を用いて、各管路に図 4 のような地震時破壊確率を与え、モンテカルロ・シミュレーション³⁾を行った、地震時、各ノードのエネルギー比と取出水量を通常時の値と比較し、その平均値と標準偏差を計算²⁾結果として評価した。

4. 数値検討結果

(1) 評価基準

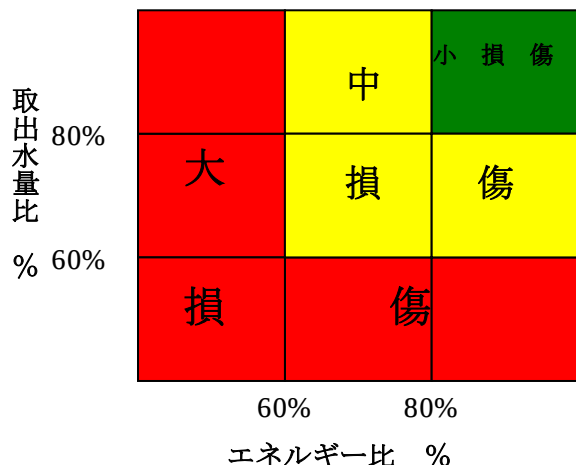


図 5 給水性能評価基準

図 5 のように、水量水圧共に 80%を超えている場合を小損傷、60%未満を大損傷、そのどちらでもないときを中損傷と定義する。

(2) 解析結果

図 6 で表されたのは川崎市配水本管の水理管網解析結果分布である。

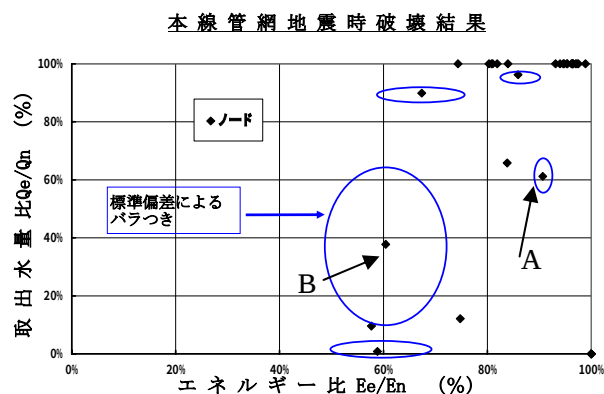


図 6 解析結果分布

ここで、通常時における給水ノードへの水量、水圧を Q_n 、 E_n とし、地震時を Q_e 、 E_e とすると、地震時における水量の割合 $= Q_e / Q_n$

地震時における水圧の割合 $= E_e / E_n$ となる。

楕円が各ノード取出水量比とエネルギー比の標準偏差を表している。

(3) 評価

解析結果により、大、中、小損傷の割合を表 1 で表した。

表 1 損傷評価

総ノード数	大損傷数	中損傷数	小損傷数
35	5	3	27
割合	14%	9%	77%

図 6 における 3 つの損傷モードは以下のように評価した。

小損傷ノードは取出し水量比がほぼ 100%であるが、エネルギー比が 85%に低下した。すなわち、完全に水が出せるが、水圧低下のため、流速が遅くなる。

大損傷ノード B の楕円範囲では、エネルギー比と取出水量比のバラつき範囲が非常に広いので、ノード B が地震時どのような損傷が起こるかを判断するのが難しい。

ノード A の位置が中損傷であるが、取出水量比のバラつき範囲が大損傷にも至るため、地震時大損傷となる可能性もある。

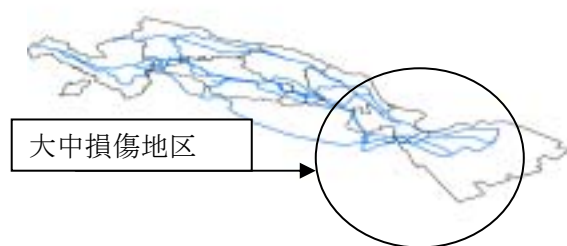


図 7 川崎市大中損傷発生地区

地震時における給水性能評価は、川崎市東部のノード施設に大中損傷が集中しているので、配水本管の耐震対策を行う必要があると判断した

5. 結論

本研究では地震時の川崎市配水本管の給水機能の評価した。地震発生前後における水圧、取出水量を比較することで、各ノード施設の被害を推定することができた。図 5、6 は、地震後にどの給水拠点から応急対策を行うことが最も効果的であるか判断できる評価基準である。

参考文献

- 1)川崎市水道局：水道管網図一平成十四年版
- 2)大場 亨：ArcGIS8 で地域分析入門,成文堂,2004
- 3)高桑哲男：配水管網の解析と設計,森北出版,1978 年
- 4)浦 昭二：FORTRAN77 入門,培風館,昭和 61 年