

3Q-3

## 地理情報システムを利用した 上水道管網被害箇所推定について

渥美雅央<sup>†</sup> 伊藤茂<sup>†</sup> 杉浦正芳<sup>†</sup> 小原一晃<sup>†</sup> 蛭田基弘<sup>‡</sup>  
佐伯剛幸<sup>‡</sup> 川内康哉<sup>‡</sup> 志甫圭介<sup>‡</sup> 渡辺尚<sup>\*</sup> 水品静夫<sup>†</sup>

<sup>†</sup>TAO浜松ライフラインリサーチセンター / <sup>\*</sup>静岡大学情報学部 / <sup>‡</sup>日本電気株式会社

### 1. はじめに

地震などによる大規模災害時に適切な復旧対策を立てるためには、被災状況に関する情報を把握することが必要である[1][2][3]。過去の大規模地震の事例からは、地中埋設管を使ったライフラインの復旧に比較的時間がかかっていることが読み取れる。本研究チームは、このような復旧遅延の原因は被害箇所の把握の難しさにあると考え、地理情報システム（GIS：Geographic Information System）を利用した上水道ネットワーク被害把握支援システムの研究開発を進めている。本稿ではそのシステムの概要および被害推定へのアプローチについて述べる。

### 2. 上水道ネットワーク被害把握支援システムの概要

本システムの概要を図1に示す。各家庭の水道メータから水の使用状況に関する情報を無線によって取得する[4]。これをもとに水の供給状況を推定し、その結果にもとづいて上水道ネットワークの被害箇所を推定する。本研究ではこの逆方向問題を順方向問題に置き換えて解決する手法の研究開発に取り組んでいる。

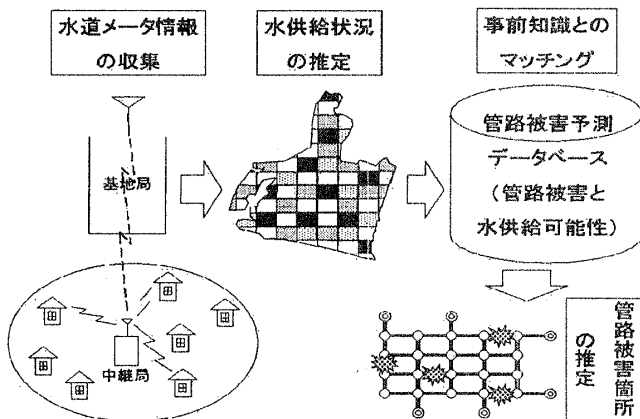


図1 上水道ネットワーク被害把握支援システム

被害推定の対象領域は浜松市（256.74km<sup>2</sup>）の一部の地域（約2.8km<sup>2</sup>）とした。この地域における上水道管路のネットワークモデルを考え、平常時に様々な被害パターンとこれに応じた水供給可能性を表した情報のセットをデータベースに蓄積する。発災時には水道メータ情報を分析して水供給状況を推定し、これとマッチする情報をデータベースから検索する。

### 3. 被害推定へのアプローチ

#### (1) 管路被害予測データベースの構築

今回の研究では対象領域内の上水道管路のリダクションをおこない、単純なネットワークモデルを考える。また、対象領域をメッシュに分割し、メッシュ毎に水の供給状況を判断する。ネットワークモ

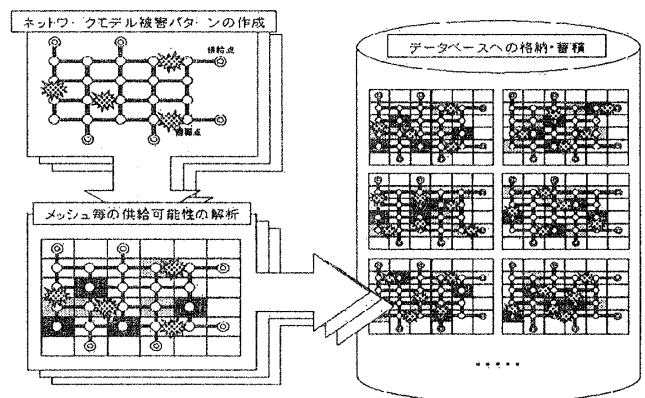


図2 管路被害予測データベース

デルのリンクには、上水道管路の管種、管径、地盤条件、管路延長より求めた被害確率と、管径、管路延長より求めた水理的な抵抗値を属性として与える。被害確率に基づいてリンクの被害の有無を決定し、ネットワークモデル被害パターンを作成する。このパターンに対して最小抵抗法（SRM：Shortest

Route Method) [5]による水供給シミュレーションをおこない、各メッシュにおける水供給可能性を求める。被害パターンと水供給可能性を表したメッシュのセットを管路被害予測テンプレートとしてデータベースに格納・蓄積する。

本データベースでは、リンクの被害確率より求めたネットワークモデル被害パターンの発生確率が高い順にデータ化をおこなう。本手法により、10GBのディスク容量において被害パターンのデータベース存在確率が90%以上との試算結果を得た。

## (2) 水供給状況および被害箇所の推定

無線システムにより、各家庭の水道メータから水使用量の情報を一定時間隔で一定期間収集して、水使用量変化の時系列観察をおこなう。観察結果から、各家庭における水の供給状況(通水/断水)を推定する。さらに各メッシュ毎に、水が供給されている家庭の割合からメッシュに対する水供給の正常/異常を判定して、供給異常メッシュを作成する。

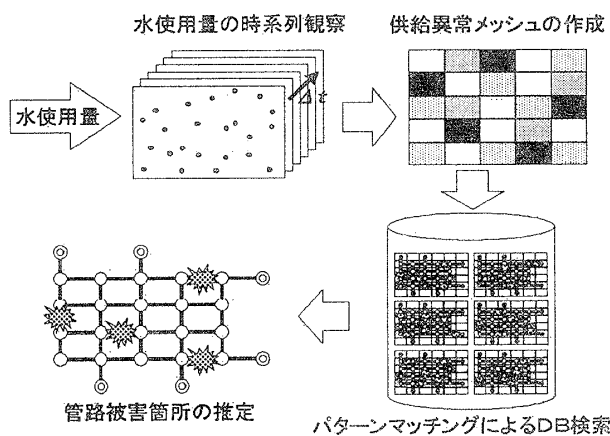


図3 被害箇所の推定

水の供給状況を表した供給異常メッシュとデータベースに格納・蓄積されている管路被害予測テンプレートとのパターンマッチングをおこなう。マッチした管路被害予測テンプレートのネットワークモデル被害パターンを利用者に示す。

さらに利用者は、示された被害パターンを配水管に設置された水圧計から取得した水圧情報を重ね合わせてみることで、検索された複数の被害パターンの絞り込みも可能となる。

## 4. まとめ

本稿では、現在著者らが研究開発を進めている上水道ネットワーク被害把握支援システムについて報告し、本来は逆方向問題である水道メータ情報から配水管の被害箇所を推定するという命題を、順方向問題に置き換えて解決する手法を示した。

今回の研究では、対象領域における水の供給点と上水道管路および需要点をリダクションし、単純化したネットワークモデルによって被害箇所推定をおこなったが、現実世界における上水道ネットワークの特性を極力損失させないリダクション手法について、さらに検討を重ねる必要がある。

また、今回の研究では上水道ネットワークの被害箇所をシステムの最端に位置する水道メータの情報から判断するという、ボトムアップの解析アプローチを採用した。一方、首都圏の上水道システムで採用されているように、途中の管路をテレメータした情報によって被害箇所を推定するトップダウンの解析アプローチも存在する。将来的にはテレメータで得られる情報、解析結果の精度および重要度、費用などの双方の特性を考慮した両アプローチ混在型の被害把握支援システムの要求が高まるものと思われる。

## 参考文献

- [1] 高田至郎：ライフライン地震工学，共立出版株式会社(1991)
- [2] 国土庁 編：防災白書 平成7年版，大蔵省印刷局(1996)
- [3] 都市防災と環境に関する研究会 編：地震と都市ライフライン—システムの診断と復旧，京都大学学術出版会(1998)
- [4] 渥美，伊藤，杉浦，安達，渡辺，水品：ライフライン情報監視システムへの地理情報システムの応用，情報処理学会第57回全国大会講演論文集(3) pp. 601-602
- [5] 磯山龍二，片山恒雄：大規模水道システムの地震時信頼度評価法，土木学会論文報告集 第321号(1982.5)