

I-530

パソコンによる水道システムの地震被害・復旧予測

神戸大学大学院 学生員 飯田 泰司

神戸大学工学部 正 員 高田 至郎

1. はじめに 都市部に人口が集中している現代において、地震によって上水道施設が被害を受けることは、住民の生命、財産に重大な脅威を与える。このような状況からも、被災前における上水道の地震被害予測および予測結果に基づく復旧予測を行うことは、都市における地震防災を考える上で有用であると考えられる。

本研究では都市部における配水管網を対象とし、損傷確率マトリックスを用いたモンテカルロシミュレーションによって管路の被害予測を行い、その被害データをもとにしてシステムダイナミクス法により時刻歴復旧シミュレーションを行う。

2. 被害予測

(1) 解析手法 本研究においては、解析の対象となる地域を給水地域区画図に従ってメッシュに分割し、それぞれのメッシュを基本単位として図1に示す解析の流れに従って解析を行った。図1において想定地震とは仮定の規模、位置を持つ地震であり、想定地震による震度階の推定にはアテニューエーション式¹⁾を用いた。また地盤のひずみは、地盤速度振幅と見かけの波速によりそれぞれの震度に対応する値を推定した。

(2) 解析結果 想定地震として、都心部において震度5から6を与えると思われる地震を選んだ場合の結果の一例を図2に示す。この図の黒く塗られたメッシュにおいて被害の発生が予測される。

3. 復旧予測 復旧作業は多くの要因が作用しながら進行する。この状況を表現するために、本研究では復旧作業によって被害を解消する過程を一つのシステムとして捉え、システムダイナミクス法によって復旧過程をシミュレートする。

(1) サブシステム 損傷を受けた管路を修理する場合、損傷地点に最も近いバルブを閉じた後に修理を行うと考えられる。このバルブの位置によって断水区域も推定できることから、本研究では修理のためのバルブ操作による断水区域を解析の最小単位とし、この区域における復旧過程をサブシステムと呼ぶ。複数のサブシステムが相互に関連することにより、全体のシス

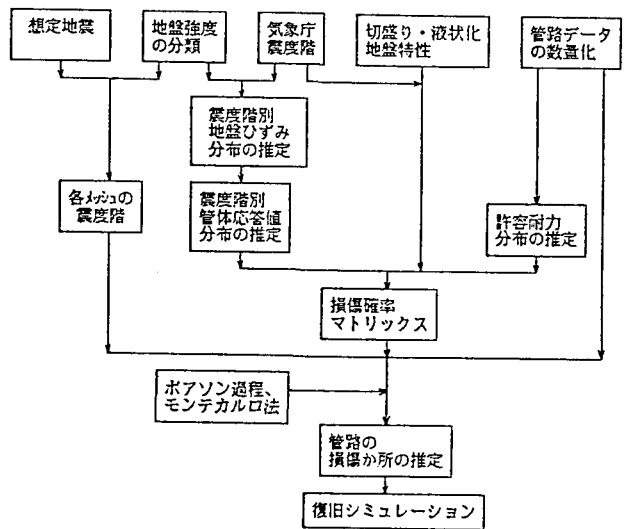


図1 解析の流れ

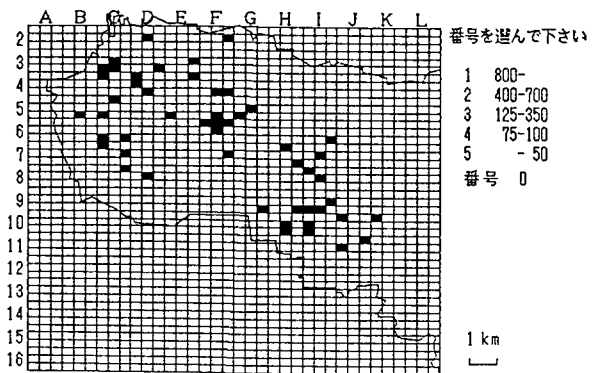


図2 被害分布

テムが構成される。

(2) モデル化 復旧過程をモデル化したフローダイアグラムを図3に示す。各々のサブシステムは総人員数、総重機数、総資材量で結び付いている。なお今回の研究では作業効率に影響を与える要因のうち管径による影響のみが考慮されている。このモデルに宮城県沖地震の被害データ²⁾を入力した結果、約110時間で管路の修理率が100%に達した。これは実際の復旧時間である7日間よりかなり短いが、この値は通常時の作業効率で昼夜休みなく作業を行ったとした場合の結果であり、図3に示されるような復旧作業に影響を与える要因を数式で表現できれば実際の値に近いものが得られると考えられる。

(3) シミュレーション結果 被害予測によって得られた被害データをもとに復旧シミュレーションを行った結果を図4に示す。今回のシミュレーションでは、管径の大きい管路から復旧作業を行うこととし、人員数および重機数の復旧率に与える影響を調べた。また復旧率は時間毎の供給可能戸数によって表現した。図4は重機数を固定して人員数を変化させたグラフであり、図5は人員数を固定して重機数を変化させたものである。

4. おわりに 本研究では想定地震による下水道の被害、復旧予測をパーソナル・コンピュータ上で行えるプログラムを作成し、実行した結果つぎのような結果が得られた。地震被害予測については、地域別では沈下の発生する可能性のある地域に多く、管種別では印ろう継手の鋳鉄管と塩化ビニル管に多く被害が発生している。また復旧シミュレーションでは、図4および図5からそれぞれの固定した条件により、人員数または重機数を増加させても復旧率が向上しない値が存在することがわかった。また図5からは管径順に復旧作業を行う場合、人員数に対する重機数の不足は、復旧過程の終盤に与える影響が大きいことがわかった。

- 参考文献 1) H. Kameda, M. Sugito, H. Goto: "Microzonation and Simulation of Spatially Correlated Earthquake Motions", Proc. Third International Microzonation Conference, 1982, pp. 1463-1474
2) 日本建築学会: 「1978年 宮城県沖地震災害調査報告」、1980

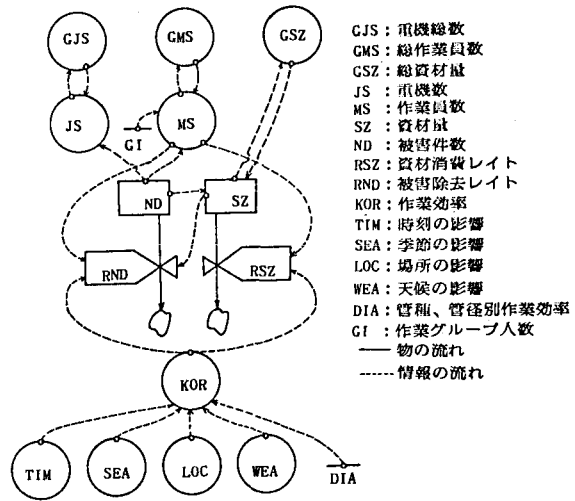


図3 モデルのフローダイアグラム

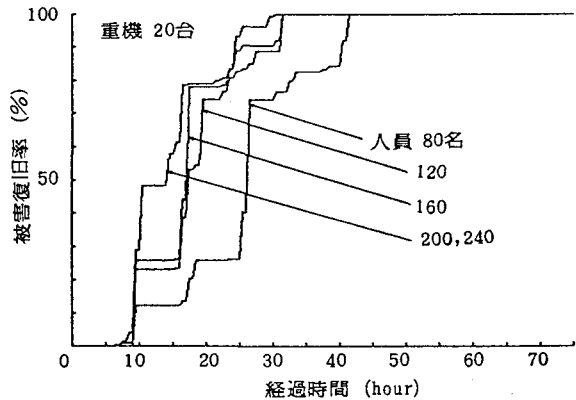


図4 被害復旧率曲線（重機数一定）

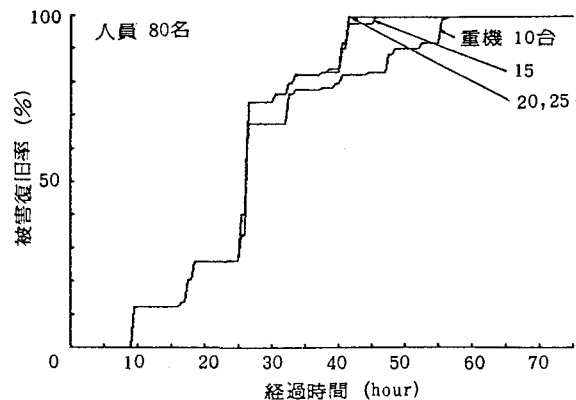


図5 被害復旧率曲線（人員数一定）