

Title	水道システム情報管理における異常時意思決定支援に関する研究
Author(s)	栗栖, 宏充
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44841
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	栗 栖 宏 充
博士の専攻分野の名称	博士 (情報科学)
学位記番号	第 18134 号
学位授与年月日	平成 15 年 9 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 情報科学研究科マルチメディア工学専攻
学位論文名	水道システム情報管理における異常時意思決定支援に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 薦田 憲久 (副査) 教授 西尾章治郎 教授 下條 真司 教授 藤原 融 教授 岸野 文郎

論文内容の要旨

本論文では、異常時でも水道事業者が適切な判断を下すために役立つ情報を提供できるシステムの構築を目的に、水道管理システムを構成する水運用計画、配水制御の機能拡張および新しいシステムとその機能についての研究成果を、以下の 5 章に分けて述べた。

第 1 章では、水道の異常対策としては、主として設備の保守や事故、漏水、地震への対応が求められることを述べた。設備の保守や事故に対しては、供給能力が低下した地域や時間帯をバックアップできる水運用計画を迅速に立案することが課題であり、水融通と貯水機能の最大活用を図ることのできる配分手法を検討する方針を述べた。漏水に対しては、節水効果を引き出すために、通常より圧力を下げて水を供給する際に、断水を発生させることなく正確に制御することが課題であり、このような減圧給水下の管網状態を把握する解析手法とそれに基づいた制御手法により解決を図るとした。そして、地震に対しては、発生後速やかに応急対策がとれるよう状況把握を的確に行うことが課題であり、管路の破損状態を瞬時に推定し、新たな情報からそれを更新できること、断水状態を定量的に把握できることを可能にする被害推定手法の確立が方針であるとした。

第 2 章では、異常時にも即応できる水運用計画手法を提案した。取水施設から浄水場を経て配水池に至る水系上の動的な水の流れを、多層ネットワークモデルを導入することによって 1 つの静的な流れとして表現した。管路のアーキには、使用優先度を反映するためのペナルティとして定義した費用係数を与えることによって水系上の動的配分計算を多層ネットワーク上の最小費用流問題へ帰着させた。これにより、試行錯誤に頼っていた異常時の水融通や貯水機能の活用に、最適化計算で求めることを可能にした。さらに、上記定式化では表現できない流量時間変動の平準化の課題を、ヒューリスティックな解の改善により解決した。

第 3 章では、漏水時の減圧給水を実施する際の管網解析手法とそれに基づく配水制御手法を示した。減圧給水時は、需要状態も通常とは異なり供給側の運転状態の影響を受けるため把握が難しい。かつ断水を回避しつつも供給圧力を下げて所望の節水効果が出るような微妙な運転が要求される。モデルは、配水拠点からの送出圧力と末端節点の需要分布を既知として圧力平衡と流量保存の方程式を解くという通常の管網解析に、節点の供給圧力と取り出し水量との関係を導入することによって、漏水時の管網解析を可能とした。このモデルによって節水効果を定量化し、目標制限給水量を評価関数に組み込んだ最適制御手法により、減圧給水時のポンプやバルブの操作量を算出できるようにした。

第4章では、地震発生時の意思決定支援としての被害予測手法について述べた。地震動の強さと被害率の相関式による推定だけでなく、現場から収集された被害確認情報を随時取り込んで推定を更新するリアルタイムな被害推定を実現するためのシステムを提案した。さらに、流量と水圧というプロセス情報を利用して、平常時の管網解析による計算値と計測値との差異から漏水量を計算し、断水領域を推定する手法を示した。実管網のデータと実際に観測された地震波形データを用いて断水のシミュレーションを行い、被害推定が更新されること、断水人口が定量的に見積もれることをプロトタイプにより実証した。

最後に、第5章では、結論として本研究で得られた成果を要約し、今後に残された課題について述べた。

論文審査の結果の要旨

水道システム情報管理は、ライフラインである水道の恒常的サービス提供を目的に、監視情報に基づき、設備運転の計画や制御を支援するものである。運転制御の自動化や遠隔集中化で省力化が進む一方で、異常時に大きな影響を受けるリスクはむしろ増大しており、人間の熟練に頼っていた異常時意思決定にも有効な判断材料を提供できるシステムが必要となっている。本論文は、水道システムの異常事象である設備故障や事故、漏水、地震それぞれの対策における情報処理に関する研究成果を纏めたものである。その主要な成果を要約すると次の通りである。

- (1)取水施設から浄水場を経て配水池に至る水系上の動的な水の流れを計画する水運用に関して、設備の部分的機能停止に対応し、水融通や貯水活用によって影響を最小限に食い止める、多層ネットワークモデルを導入した水運用立案手法を提案し、合理的なシステム運用を可能にしている。
- (2)漏水時に節水効果が出るように供給圧力を下げる減圧給水を公平に実施するために、管網解析手法とそれに基づく配水制御手法を提案している。
- (3)地震発生時の応急給水の計画立案や復旧対策の意思決定を支援するために、現場から収集された被害確認情報を随時取り込んで推定を更新するリアルタイムな被害推定を可能とするシステムと、流量と水圧というプロセス情報を利用して漏水量を計算して断水領域を推定する手法を提案している。

以上のように、本論文は水道システム情報管理において成果を挙げた先駆的研究として、情報科学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認める。