

緊急時広域水運用立案のための運用ノウハウ 蓄積活用型支援システムの構築

大場雅博¹、 館 仁平²、 鈴木真理子²、 嶋内繁行³、 安達 弘⁴

¹ (株)日立製作所 システム開発研究所 関西システムラボラトリ
大阪市中央区博労町 3-6-1

² (株)日立製作所 大みか工場 日立市大みか町 5-2-1

³ (株)日立製作所 システム事業部 東京都千代田区神田駿河台 4-6

⁴ (株)日立製作所 機電事業本部 //

概 要

高普及時代を迎えた上水道事業では、「建設の時代」から「維持管理の時代」に移行している。経済性の追及に加えて、多様な価値観への拡大である。このような状況の中で、緊急時の対策・対応措置に関しては、既に、各水道事業体で色々なかたちで検討がなされ、部分的にマニュアル化されてきている。このような実務が行われている一方で、計算機支援の活用が期待されている。広域水道システムの運用制御という技術面でも、平常時向けの高度な水運用技法が開発され、現在の関心はシステム緊急時向けの運用支援に移っている。

本稿では、広域水道システムの緊急時運用において、運用ノウハウの蓄積と活用のできる水運用立案支援システムの提案する。特に、取水場や浄水場が機能低下した緊急事態向けの水運用立案支援システムの構成について報告する。

キーワード

広域水運用、緊急時対応、事例ベース型システム、思考対応型モデルベース

1 はじめに

高普及時代を迎えた上水道事業では、「建設の時代」から「維持管理の時代」に移行している。経済性の追及に加えて、多様な価値観への拡大である。厚生省の“ふれっしゅ水道”構想でも謳われている通り、「水資源が不足する中での施設の効率的運用」、「ライフラインの確保」、「安全でおいしい水の供給」などが新たな価値観である。このような状況の中で、色々な事態やアクシデントを考慮した水道事業経営の実現が1つの経営側面として推進されている。水源開発、設備増強、体制強化、新技術開発等々、種々の予防措置が講じられているのは言うまでもない。

本稿では、広域水道システムの緊急時における水運用に焦点を当てる。緊急時の水運用措置に関しては、種々のアクシデントに対する対応の的確性や迅速性が要求事項である。既に、各水道事業体で種々の施策が実施されてきている。水道事業体間での相互支援といった政治的措置が準備されてきているし、各水道事業体毎に緊急時行動マニュアルも整理されている。このような実務が行われている一方で、計算機支援の活用が期待されている。広域水道システムの運用制御という技術面でも、平常時向けの高度な水運用技法が開発され[1]た今、関心はシステム緊急時向けの運用支援に移っている。不測の異常が発生すること、多人数の意思決定者が関与することなどから、従来、計算機支援のしにくかった分野である。

本稿では、運用ノウハウの蓄積と活用のできる水運用立案支援システムを提案する。特に、取水場

や浄水場が機能低下したような緊急事態を対象とする水運用立案支援システムの構成について報告する[4]。

2 水道システムにおける緊急事態と対象範囲

水道システムを緊急事態とする要因には種々のものがある(表-1)。例えば、地震による施設破壊、原水への汚染物質の混入、停電によるプラント停止などが挙げられる。単独で発生することもあれば、複合して発生することもある。副次的に誘発されることもある。

原因の発生個所や異常程度に応じて、またその時の環境条件に応じて、影響を受ける地区や影響程度は異なる(表-2)。

本稿では広域での対応を必要とする局面を対象とする。つまり、1つの水道事業体内では、浄水場への原水の配分を調整したり浄水場間で送水応援したりするような状況である。また、近隣の事業体との間では、水(原水、浄水)の相互融通の調整を必要とする(結果として、各事業体の内部でも水の配分調整が発生する)ような状況である。これらの状況は、取水場や浄水場などの重要施設が機能低下し、復旧に相当な時間を要するような局面で生じる。

3 緊急時対応の基本的考え方

緊急時にとられる対応行動には、緊急事態の発生頻度や異常内容に応じてレベルの違いが見られる(表-3)[2]。

本稿の対象とするような状況では対応行動は原則的にはレベル3になる。その状況に直ちに適応可能な既存の手順やルールは存在しておらず、従って、水道システムの特長や構造に関する知識に基づいて、その場でその時に、状況を把握し方針を決定していかざるを得ない。その理由は、①環境の变化性、②異常の稀発生性、③対策の多関与者性、④対策方針の属人性、などにある。つまり、対応措置を決定するためには、そのベースとして、設備の状態、需要量など環境条件、政治的取決め(取水権)、影響範囲・程度、各部署の利害、組織的陣容/担当者能力等々、を総合的に判断せねばならないのであるが、これらはその場面に直面しないと決まらない/分からないものである。

このような場面で重要なことは、最終決定責任者を始め全関与者がその場でいかに「納得」するか、ということである。そのためには、関与者、特に最終決定責任者、がその場で各自責任をもって考えることの出来ること、が必要である。

様々な状況を想定した事前検討や訓練を全ての関連部署が参加して平素から行うことも必要である。訓練で重要なことは、実際のデータを用いるということである。架空のデータでは訓練の意味が薄くなる。

表-1 水道システムの緊急事態の要因

区分	例
外部要因	停電(電力側) 他工事時による管路破壊 水質汚染 水質汚濁
内部要因	誤操作 施設の事故 老朽管の破損
自然現象	地震、台風 渇水 火災

表-2 対応措置の地域的広がり

広い↑	近隣の水道事業体を巻き込んだ調整
↓	浄水場レベルでの応援・調整
狭い↓	ポンプ所レベルでの応援・調整

表-3 対応行動のレベル

レベル	行動内容
1	前もって定められた応答パターンを実行
2	運転マニュアルやルールに従って行動
3	その場での思考や判断を通して行動

4 緊急時水運用立案支援システム

対策決定と対策実施は、概ね、図-1のようなプロセスで進められる。

計算機支援が最も要求されているのは、図中の③である。その時の状況に適した幾つかの運用代替案を短時間に作成することが運用センターのミッションである。

緊急時における広域水運用立案とは、当日の需要状況を勘案し、利用可能な設備能力に基づいて、導水系と送水系の設備や管路を対象としてそれぞれの処理水量や輸送系統や輸送水量を決定することである。

- ①緊急事態発生施設から水道局本庁や運用センターへ通報
- ②水道局長による緊急事態の発生の宣言
- ③運用センター・関係部署による対策方針案の立案
- ④水道局幹部による対策方針案の選択決定
- ⑤関係部署による実行

図-1 対策実施のプロセス

4.1 支援システム構築上の方針

①緊急時水運用ノウハウの活用(図-2)

緊急時の対応措置に関して、様々な状況を想定した事前検討を平素から行う。どのような状況下でどのような事故の発生時には、どの地区に対しどの浄水場からどの経路でどれだけの水量を応援するか、系統変更にはおよそどれ程の時間を要するか、といった検討である。また、もし実際に事故が発生すれば、それに対する検討も行うべきである。このような検討結果は関連部署の合意事項である。

こうして作成された検討結果を事故ケース単位で計算機データとして蓄積していく。緊急事態発生時には、その当日の状況に類似したケースを参考データやガイドラインとして活用する。いわゆる、事例ベース型のシステムである。以下、これらの事故ケースを事例と呼ぶ。

ところで、事前検討では代表的な状況を想定してしか行えない。従って、緊急事態発生当日の現実の状況を踏まえて、事例の内容を修正することが必要になる。さらに修正内容の妥当性をシミュレーション等で検証することも大切である。合意事項としての事故ケースに基づいた運用案であるので、関連部署の同意や納得を得やすいし、本庁幹部も安心感を持てる。

②試行検討のやりやすいマンマシンシステム

平素における検討や緊急事態発生当日における修正は、1度のデータ値設定で収束することはまず有りえなく、試行錯誤することになる。そこでの思考や作業を容易に実行できるモデル群やインタフェースが望まれる[3]。モデルに関しては、運用センターの計画立案者の思考に適したモデルが必要である。

③実績データを用いた事前検討

4.2 具体方式

①事例の構成

事例はインデクスと運用内容と補足事項とから構成する。インデクスは事例を作成した際の前提条

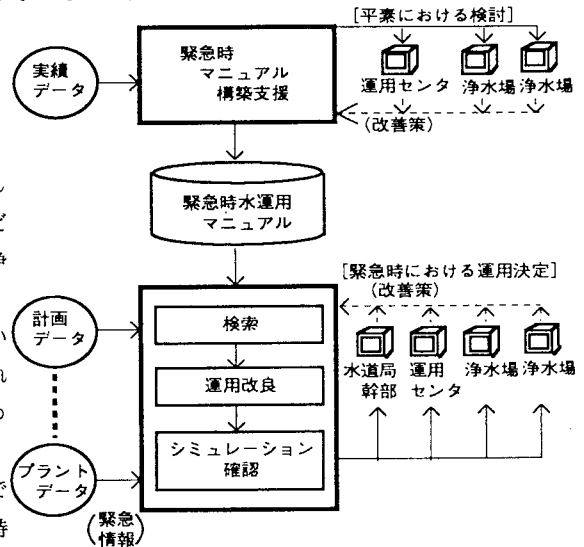


図-2 緊急時水運用立案の手順

件を記したものである。前提条件は、事故条件(異常施設、異常程度)、環境条件(需要量条件)、設備条件(設備容量、系統変更の所要時間)などからなる。インデクスは事例を検索する時に活用する。運用内容は、導水系と送水系の設備や管路を対象としてそれぞれの処理水量や輸送系統や輸送水量。補足事項はその事例に関する説明を自由に記述する。例えば、対応戦略、運用の特徴、注意点、など。

②類似検索

事前検討では典型的条件や代表的条件を考慮して事例を作成する。緊急事態発生時の状況が事例の条件と完全に一致する可能性は低い。同じ条件の事例がなくても有用な事例を検索できるように、条件間の類似度を定義する。

③モデル群(表-4)

運用立案時の思考は大別すると3形態になる。モデル群もこの枠組みに沿って準備しておく。

表-4 運用立案用モデルの分類

モデルタイプ	緊急時に要求される機能
実行型	貯水量推移計算 貯水池間貯水量移動計算
最適化型	配水池群貯水時間均等化計算 管路流量一定化計算
目標値確認型	運用可能解求解

4.3 支援システムの構成と使用例

緊急時水運用立案支援システムの構成を図-3に示す。図-2に示した立案過程は色々のレベルで戻りが発生する。従って実行管理部で必要機能を選択するような構成とする。また、運用改良やシミュレーションはいくつかのサブ機能により実現される。それらは、モジュール単位で選択できる構成とする。

この支援システムによる運用案の作成例を図-4に示す。

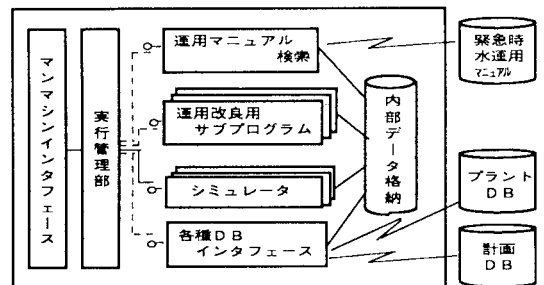


図-3 緊急時水運用立案支援システムの構成

5. おわりに

運用ノウハウを蓄積活用できる緊急時水運用立案支援システムの構成方法について報告した。運用ノウハウの活用により、緊急時の運用案を迅速に立案出来るのみならず、運用案に対する関連部署の安心感や納得が得やすいという効果が期待できる。

この支援システムは、緊急時向けの利用だけではなく、設備計画や運用訓練、設備分析など、種々の適用が可能である。

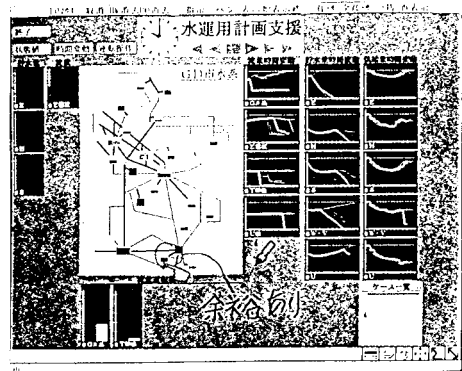


図-4 緊急時水運用立案支援システムの使用例

参考文献

- [1]栗栖他：数理計画法とヒューリスティック法を組み合わせた動的配分計画技法の上水道運用計画問題への適用、計測自動制御学会論文集、Vol.30, No.2, p.198-207(1994)
- [2]J.Rasmussen: Skills, Rules, and Knowledge, IEEE Trans. S.M.C., SMC-13-3(1983)
- [3]大場他：上水道システム異常時運用計画支援用インターフェースの設計、計測自動制御学会 第5回システム工学部会研究会 p.1-8(1992)
- [4]大場他：運用ノウハウを蓄積活用できる緊急時水運用立案支援システム、日本水道協会 第45回全国水道研究発表会 p.322-323(1994)