

浄水場運転支援システム

米谷精二*、 本蔵義弘**、 西山和義***、 柴田雄司***

- * 大阪府高槻市水道部大冠浄水場
大阪府高槻市西冠3-47-1
- ** (株) 東芝 本社
東京都港区芝浦1-1-1
- *** (株) 東芝 府中工場
東京都府中市東芝町1

概要

上下水道設備における監視制御は、高度情報化時代を迎え総合管理化が進んできている。これにともない、浄水場の業務も高度化、複雑化してきている。高度化、複雑化した業務を効率的に行うためには、従来からの監視制御装置のマンマシン機能、運転操作性の向上の他に、監視、操作、あるいは保守を行う浄水場のオペレータの判断や、情報の整理を支援する機能が重要となってきた。

本システムでは、浄水場の運転状況を把握するための、プロセスデータ解析機能、プラントを構成する設備、機器を維持管理するための設備データベースと保守支援機能を基本とし、更に、プロセスデータベース、設備データベース、および、運転員の経験知識や、水質に関する基本的な知識からなる知識データベースから知識工学的手法により地下水源群の取水計画作成支援機能を実現している。

取水計画作成では、水源の汚染、設備の有効利用、浄水の生産計画を考慮しており、従来は、熟練したオペレータでも条件の複雑さから作成の困難であった計画の作成を行う。

キーワード

地下取水源、水質管理、ハロゲン化物、取水計画、プラントデータ解析、設備データベース、知識工学

1. はじめに

近年、上下水道設備における監視制御は、高度情報化時代を迎え総合管理化が進んできている。これにともない、浄水場の業務も高度化、複雑化してきている。

この様に、高度化、複雑化した業務を効率的に行うためには、従来からの監視制御装置のマンマシン機能、運転操作性の向上の他に、監視、操作、あるいは保守を行う浄水場のオペレータの判断や、情報の整理を支援する機能が重要となってきた。

本論文では、この様な浄水場の運転支援システムを実時間の監視制御装置と通信回線で接続されたエンジニアリングワークステーションを用いて実現し、実際のプラントに適用した事例について述べる。

2. プラントの特徴

対象とするプラントは、広域水道からの受水と、地下水を水源とした浄水場であり、その給水能力は約14万m³/日、給水人口は、約36万人である。このプラントは、各所

に点在する浄水場、配水池、受水場など37カ所の無人施設をデータ伝送で結び、中央の管理センターから集中監視、分散制御を行っている。

このプラントの特徴から次のような運用上の問題点をもっている。

- a. 広域水道との受水計画がある。
- b. 取水源は複数の地点に分散している。
- c. 水源の数が比較的多い。（取水設備の数も多い）
- d. ハロゲン化物による水源の汚染が発生している。
- e. 浄水場で管理している設備、施設が多い。（配水池、ポンプ所など）
- f. 広域水道からの受水を均一化する必要がある。
- g. 直接配水のため需要変動が激しい。（配水池毎に特徴が違う。）

このような問題点の多くは従来の監視制御装置の高度化だけでは出来ない問題が多い。特に取水の問題については、水質汚染、広域水道からの受水、取水設備の選択などが複雑に絡んでいるため効率的な運用には計算機による高度な運転支援機能が必要となってくる。

3. 運転支援システムの概要

今回導入した浄水場運転支援システムでは、プラント、設備、および、運転員の知識経験をデータベース化し、プラント全体を統合的に運用するための運転計画作成、監視、操作、および効率的な保守を支援する。

機能としては、プラントの各センサーより入力したプロセスデータを保存管理するプロセスデータベース、プラントを構成する各機器の設備情報・機器特性を管理する設備データベース、およびプラント運転の経験知識や水処理の基本的な知識、プラント固有の情報を管理する知識データベースの三つのデータベースを基盤として、次の機能を実現した。

第1に、プラントのプロセスデータからみた運転記録を解析するプロセスデータ解析機能である。

プロセスデータ解析機能では、オンライン系の監視、制御系では管理できない長期間のデータを対象として、解析する期間、プロセス値の大小などの検索条件からプロセスデータを検索する。検索結果に対して統計処理を行い、時系列や、2次元の相関グラフ表示をおこなう。

第2に設備の保守管理を支援する保守支援機能である。この保守支援機能では、設備データベースから機場、設備、保守点検時期から該当機器を検索したり、各機器に関連のあるプロセスデータから保守関連情報を抽出し表示する。

第3に、運転計画作成支援機能である。プロセスデータベース、設備データベース、および知識データベースから需要家に対する配水量の需要予測を行う。その予測結果に基づき複数の取水源を対象とした、水源の汚染と、設備の運用状況を考慮した取水計画を作成する。また、配水池の有効利用を目的とした配水需要予測計画支援を行う。

本章では、本運転支援システムの各機能の中で、代表的な機能である取水設備の運転計画作成支援機能について詳細を述べる。

4. 取水設備運転計画作成支援機能

取水設備運転計画作成支援機能では、水質汚染と設備運用の2点に注目した取水計画を作成する。

近年都市化などの影響で取水源にハロゲン化物などの汚濁物質が含まれる事が多くなってきている。

このため、地下水を水源とする浄水場の場合、汚濁物質を除去する装置を備えている。このような場合、汚濁物質の除去装置の能力に限界があることからその範囲での取水計画を作成する必要がある。

ところが、ハロゲン化物等の汚濁物質は、取水源から取水量が少なくなると取水源中に停滞し、かえって濃度が高くなることがある。また、地下水の場合は、地下水の水脈の関

連から、ある取水源での取水が他の取水源の汚濁物質の濃度に影響を与える事がある。

このため、これまでは熟練したオペレータが、過去の経験知識から水脈や、各取水源の汚濁物質の濃度の関係を考慮して、浄水の生産計画を満足する範囲で、取水源の運用を行っていた。

本システムでは、これらの従来、熟練したオペレータでなければ困難であった取水源運用計画の作成を支援している。

まず、浄水場の運転員からの汚濁物質と取水源に関する知識と経験値を知識工学的手法で定式化し、知識データベースを構築した。今回使用した知識表現は、プロダクションルールとスキーマで、ルール数は約60、スキーマ数が約10である。

また従来あまり注目していなかった設備の使用状況も取水設備の効率的な運用と計画的な保守を考慮して、取水設備の設備特性を設備データベースに管理されている情報から抽出し、計画作成時点での、各設備の運転状況をプロセスデータ解析機能でプロセスデータベースから抽出し計画作成に使用した。図4.1に取水計画作成でのデータの流れを示す。

計画作成にはエキスパートシステムを使用しており、図4.2に示すように各段階毎にルールをモジュール化することで、それぞれの段階でのルールの独立性を上げルールの保守を簡単にしている。

step1 設備の運用状況から使用する取水設備の限定

step2 汚染状況による取水源の制約

step3 浄水の生産計画と受水計画から取水源の決定

図4.3に取水計画作成機能の構成図を示す。

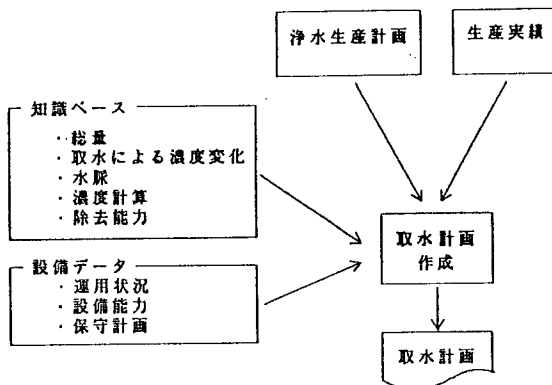


図4.1 取水計画作成でのデータの流れ

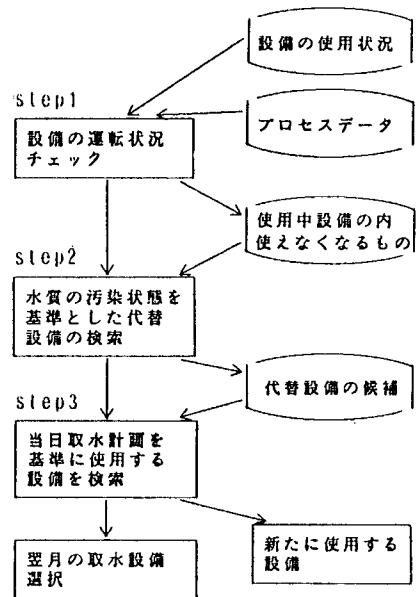


図4.2 計画作成手順

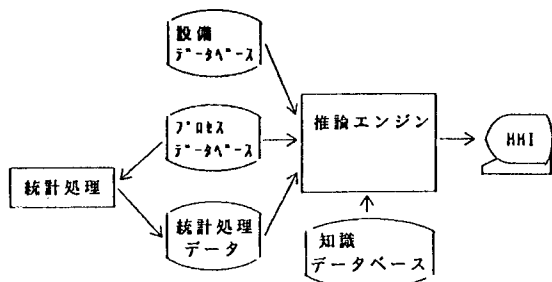


図4.3 取水計画作成機能の構成

このように、プロセスデータ、設備データ、およびオペレータの知識を有機的に結合して運用することで、従来は、熟練したオペレータでも作成の困難であった有効な運用計画を作成できるようになった。この様な、プロセスデータ、設備データ、運転知識を統合して、オペレータの高度な運転を支援することが運転支援システムの目的である。図4.4に運転支援のマンマシンインターフェースの例を示す。

5. おわりに

プラントの監視制御装置と接続したワークステーション上で、プラントのプロセスデータ、設備データ、および、オペレータや保守要員のプラント運用の知識経験を有機的に結合することでプラントの効率的な運用を支援する運転支援システムが実現できる事を示した。

高度情報化時代の総合管理化が進むなかで、需要家に対するサービスの向上と、浄水場の効率的な運用を行う上で、今後のシステムではオペレータや保守要員に対する運転支援システムが重要な要素となって行くであろうと思われる。

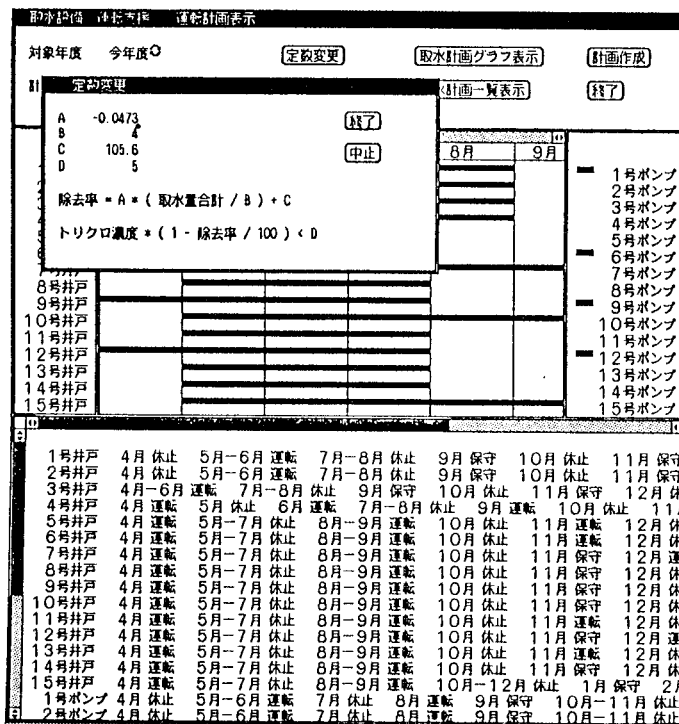


図4.4 取水計画CRT画面例

参考文献

- (1) 丹保憲仁 ほか 「浄水の技術」 技報堂出版 (1985)
- (2) 小林主一郎 ほか 「上下水道におけるエキスパートシステム」 東芝レビュー vol.43 No.5 (1988)
- (3) 宮島康行 ほか 「浄水場制御エキスパートシステム」 東芝レビュー vol.42 No.5 (1987)