

需要予測を用いた浄水場運転管理について

小貫博史* 宮崎博文** 久木雅人**

*横河電機(株) 環境技術部

東京都新宿区西新宿1-25-1

**横河電機(株) コンピュータエンジニア部

東京都武蔵野市中町2-9-32

概要

安全でおいしい水の確保のためには、浄水場の安定運転は不可欠である。ここでは、外乱要因である需要変動に対応した運転水量の決定アルゴリズムをパッケージ化し、自動制御をおこなった例を報告する。

本例は、メンテナンス機能を考慮し、施設毎に異なる種々の要素を一般化したものであり、今後、広域水運用への適用を検討している。

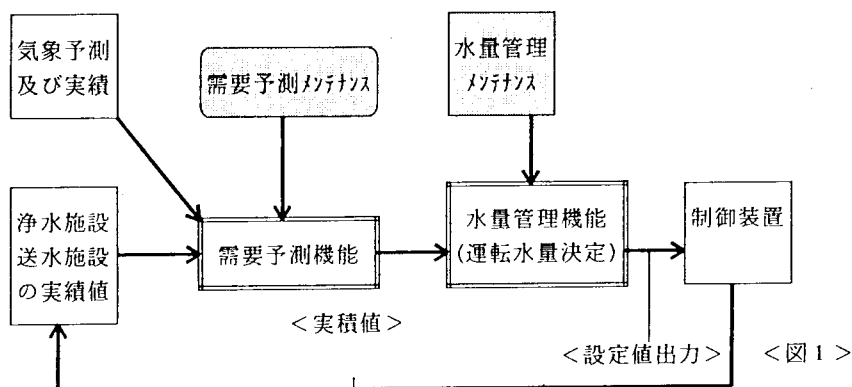
キーワード

浄水プロセス 需要予測 水量管理 ファジー推論 ユーザーメンテナンス機能
ソフトパッケージ

1. まえがき

近年、全国的に都市化が進み、水需要の継続的な増加傾向にある。その一方で十分な水源確保ができないような状況になってきており、上水道施設の運用が以前にも増して重要視されている。このような状況にあって水源、浄水施設、送水施設などを事業レベルで効率的かつ柔軟に運用するために、きめ細かい制御及び監視機能が要求されてきている。

本稿では、このような状況への対策の一例として、需要予測を基に効率的な水量の管理を可能にした浄水場運転管理方式について述べる。運転管理は、図1に示す機能より構成される。



今回報告する運転管理は需要予測と水量管理の2つの機能で構成されている。需要予測は、浄水施設、送水施設の水量実績値と気象予測及び実績を基本データとして扱い、ロジックとしては、ファジー推論を採用している。また、水量管理は、需要予測した結果をもとに現状態及び施設情報を基本データとして 水量を決定し、制御装置へ出力し運転を行う。

図1の 部分(注)は、メンテナンス機能であり、操業中であっても施設に影響を与えることなく変更及び追加ができ、また機能確認も行うことができる。

次に需要予測と水量管理の主な機能について述べる。

2. 需要予測機能

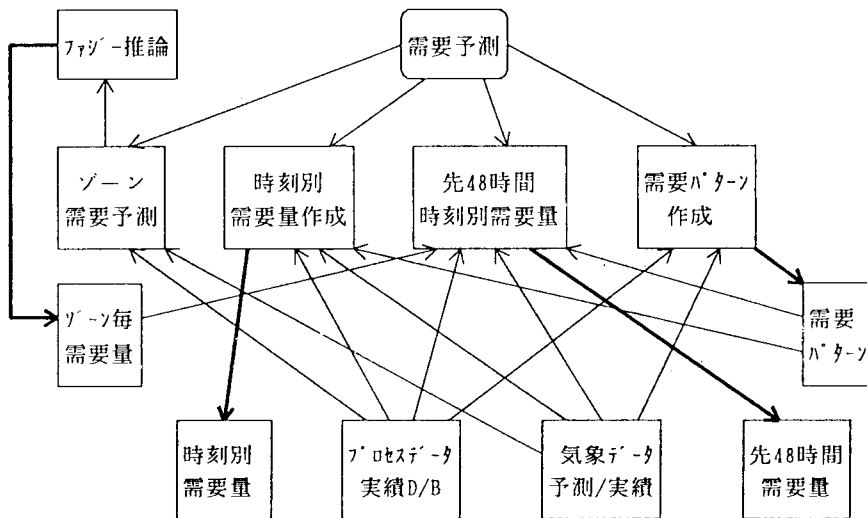
需要予測は、水量の管理を行う上で最も重要な機能であり予測の精度が水量管理の良否を左右することになる。

従来の需要予測は、過去の実績をもとにモデル式を作成し運用していたがモデル式の開発時間及び検証に多くの時間を費やし、また精度向上させる為のモデル式変更が容易にできない等があり自動化を諦めてしまう場合があった。

また、近年ではカルマンフィルダの手法を用いて行われてきたが、数式の変更及び係数の最適化調整などが容易にできなかった。

本技法では、ファジー推論を採用し現在までに蓄積した経験をそのまま人間の感覚でルール化でき、ルールの変更、追加及びチューニングがユーザレベルで容易にできるようにした。

またルールの変更及び追加した時またはチューニングした時のルール検証が、収集したデータをもとにシミュレーションにて確認できるようにした。



< 図 2 >

以下に、需要予測の主な機能について述べる。

2-1 ゾーン毎需要予測

気象情報は、需要予測には欠かせない情報である。本機能では、この情報を正確にまた確実に得るため、気象情報サービスセンターと通信接続し、オンラインで毎日の天気予報及び実績を定期的に収集することで、オペレータの入力軽減及び判断の個人差の解消を実現した。

需要は現時点より、常に1日分(24時間分)を予測するが、天候により大きく変動するのは昼間だけで他の時間帯はあまり天候の影響を受けない。そこで1日を3ゾーン(例えば午前、午後、夜間)に分別して需要予測を行うことにより、精度の向上を図った。また、季節によりゾーンの時間帯が異なるため、四季ごとにゾーン定義ができるようにした。

予測は、需要実績、気象情報、気象実績の各データをもとにファジー推論にて行う。主なデータとしては、天候変化、最高気温差、曜日、休日変化、ゾーン及び季節などがあり、その時々々の状態を予測するのではなく現状からの変化分をファジー推論で求め、これを元に需要量を求める方式を用いた。また予測は需要区域別にゾーンごとに行う。

2-2 時刻別需要量作成

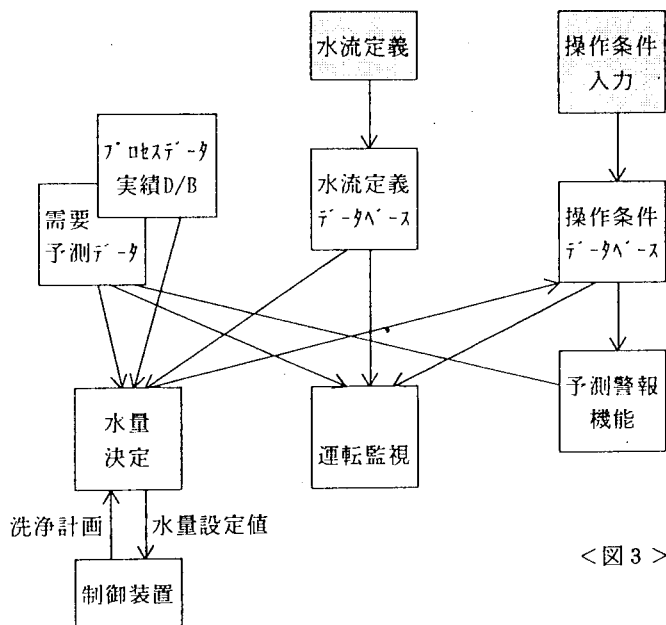
ゾーン別の需要量をもとに需要パターンと組合せて3ゾーンすべての時刻別需要量を現在から48時間先まで予測して求める。需要パターンは、配水区域別、ゾーン別、季節別及び天候別に設けてあり現在の状況によりパターンを選択する。

2-3 需要パターン更新

ゾーン毎の需要パターンは毎日定刻の需要実績より修正を行う。修正は1日1回気象実績が出た後に該当するパターンについて更新を行う。但し、その日が祝祭日など特殊な日であれば更新は行わない。

3. 水量管理機能

水量管理は、水源、浄水施設及び送水施設を最も効率的に運用できるように各設備の容量、運用水位、流水路及び最大流量などの施設定義と、2項の需要予測量をもとに、現在より先48時間について予測し安定操業を行えるようにする機能である。



<図3>

3-1 水量管理の条件設定

水量管理を行う上で必要な各施設の容量及び能力など物理的な情報と運転時の制約など操業上の情報を設定する。図3の□部分の機能である。

a 水流定義情報

水の流れの定義を行う上で必要な物理的な値及びつながり等を定義する。

例えば、各池の面積及び水位、各配管の断面積及び長さなど水の流れる径路などの定義である。

b 操作条件入力

水量制御を行う上で必要な各種条件を定義する。

- ・池水位の上下限值
水量を制御する上で、制御用として使用する池の水位変動の許容範囲を定義する。
- ・池の基準水位及びオペレータ設定水位
需要家の最大消費時刻に合わせて池の水位を毎日定時刻に設定した基準水位になるように定義する。また、需要量の変動にあわせてオペレータが任意時刻に任意水位になるように定義することもできる。
- ・流量設定値の上下限值と変化率の上下限值
各条件には、優先順位を設けすべての条件が満足するような設定値を求める。

3-2 水量計画手法

水量計画は、制御用として使用する池の需要予測データより求める累積流出量と、計画の条件により、流入量設定値を求めて制御を行うが、全ての条件が満足しない場合は、優先順位の低い項目より順に、条件より除いて計画を作成する。計画を作成後、削除した条件について優先順位が高い項目から順に再考し、他の条件を守る範囲で計画値をなるべく近づけるよう修正する。

a 流入量仮計画

水流定義情報と累積流出量より累積流入量の上下限範囲を求め、次にその範囲内で操業情報を考慮して流量計画を作成し流入量設定値を決定する。

- ・累積流入量の上下限範囲算出

池水位に関する運転条件（上下限水位、目標水位）をもとに現在から将来の一定期間（48時間）について、1時間毎の累積流入量の上下限値を求め、折線をつないで累積流入量許容範囲を求める。

- ・流入量計画

計画起点の直前の流量値をもとに各時間毎の流入量計画を立てる。計画された流入量の累積を求めて先に求めた累積流入量許容範囲と重ね合わせ、計画が範囲を超える場合は、上下限範囲に入るように計画値を修正する。但し、流入量設定の上下限值及び流量変化中の上下限条件等が満足する流入量を採用する。もし、全ての設定条件が満足できなければ優先順位の高い条件を満たす計画値を採用する。

b 流入量計画の決定

仮計画を立てる為に除いた条件について、これまでの条件が許す範囲で仮計画を補正しより良い流入量計画をたてる。

4. まとめ

本機能ではより正確な需要予測をもとに浄水場の安定操業ができるように最適な水量計画を立てて自動化運転をおこなうことが可能である。また、計画立案時に必要な各種定義等を容易に変更できるよう考慮している。

本報告では単一浄水場レベルでの施設運用であるが、事業レベルでの効率化推進の為に複数浄水場の総合的な管理を目指した広域水運用への概要を進めている。