

ファジィおよびニューラルネットワークシステムを用いた ダム操作支援システムの比較検討

宇都宮大学工学部
宇都宮大学工学部
宇都宮大学工学部

○ 学生員 加藤 純一
正会員 長谷部 正彦
正会員 鈴木 善晴

1. はじめに

一般にダムの機能には、水資源の有効利用や災害防止等といった、利水・治水上多くの役割があるが、より高度な貯水池の活用や、洪水時の治水効果の向上を図るために、ダム操作支援システムが導入されている。しかしながら現在のダム操作ルールでは、観測時点の流入量に対応しただけの簡便なルールを採用しているため、オペレータの経験に頼るところが大きいのが現状である。そこで、操作内規の他に、過去の操作内容のデータや熟練指示者の経験をヒアリング調査し、その調査結果と降水量、流入量及び予測流入量といった複数の水文量の情報を取り込むことにより、より信頼性の高い操作支援システムの構築が検討されている¹⁾。

本研究では、実流域のダム制御において、Fuzzy システム及び Neural network システムを導入し、どのようなシステムが、操作支援システムに適しているかの検討を行うことを目的とする。特に治水ダムに対しては、操作方針部及び操作量部に対して、異なった組み合わせのシステム (Fuzzy-Fuzzy, Neural-Fuzzy) を適用した場合の比較検討を行う。

2. ダム操作支援システムの構成

長山・長谷部の研究¹⁾で構築されたダム操作支援システムは、操作方針と操作量を定める2つのサブシステムから構成される。操作方針部ではダム水位を下げる（放流）、水位を上げる（貯水）、水位を一定に保つ（維持）の3操作から操作方針が決定され、それを受け、操作量部で放流量、貯水量がそれぞれ定量的に決定される。

(1) ダム操作方針部

操作方針部には Neural network システムまたは Fuzzy システムを適用する¹⁾。Neural network システムを適用するのは、記憶や学習そして自己組織化機能を備えており、必要なデータを与えることで、幾つかの選択肢の中から適切な解を導くことに適しているためである。操作方針の決定は放流、貯留及びダムの水位維持の三項目の中から、最適な一項目が決定される。

(2) ダム操作量部

操作量部では、Fuzzy システムまたは Neural network システムにより決定された操作方針の出力結果を受け、Fuzzy システムを用い操作量（貯水量、放流量）を決定する¹⁾。

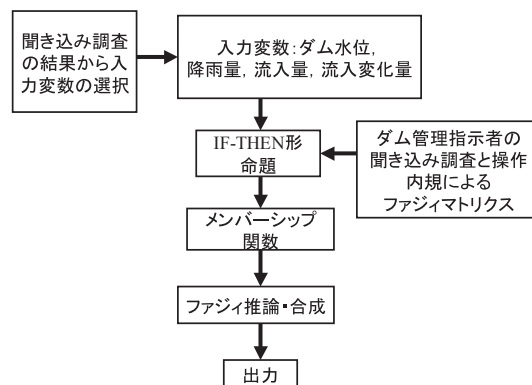


図-1 操作方針部 (Fuzzy システム)

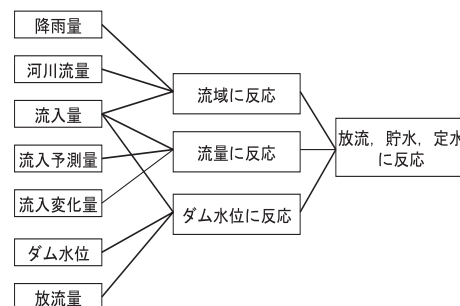


図-2 操作方針部 (Neural network システム)

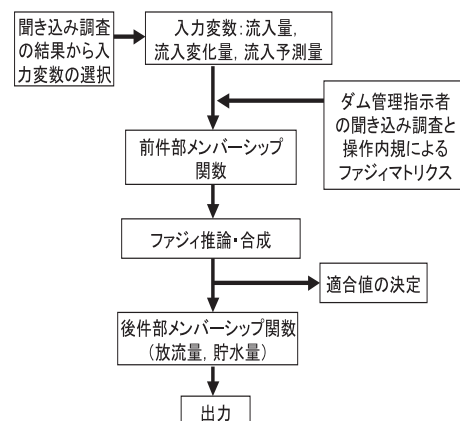


図-3 操作量部 (Fuzzy システム)

操作方針部に Fuzzy システムを用いた場合の概要を図-1に、Neural network システムを用いた場合の概要を図-2に示す。また操作量部 (Fuzzy システム) のフローチャートを図-3に示す。

Key Words: ダム操作, ファジィ, ニューラルネットワーク

〒 321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科 Tel. 028-689-6214 Fax. 028-689-6213

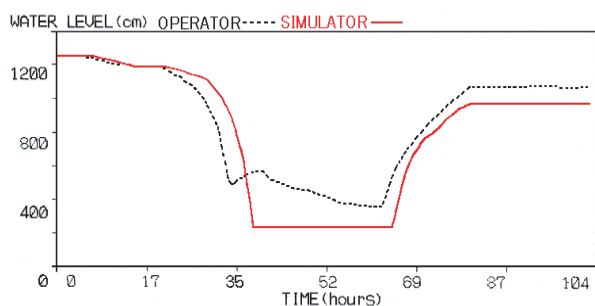


図-4 Fuzzy-Fuzzy システムによる利水型ダム操作の結果

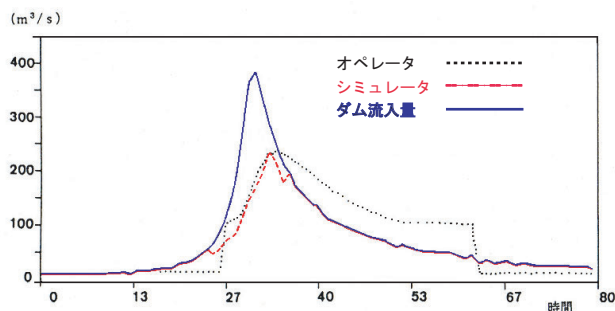


図-5 Fuzzy-Fuzzy システムによる治水ダム操作の結果

3. 利水ダムへの Fuzzy-Fuzzy

システムの適用

流域面積に比べダム容量の小さい利水ダムで、放流能力が大きくかつ操作方法が複雑な場合には、流入量の変化に機敏に反応する支援システムが要求される。図-4は、Fuzzy-Fuzzy システムによる操作結果であり、これは利水型ダムの水位変化をオペレータとシミュレータで比較したものである。これによるとダム水位の変化もオペレータと同程度で、総治水量も確保できた結果となり、利水型ダムのダム操作支援システムとして、Fuzzy-Fuzzy システムが有効であることが分かった。またシミュレータに比べ、オペレータの方が水位を高く保ち比較的安全な操作が行われている。

4. 治水ダムへの Neural-Fuzzy

システムの適用

治水ダムにおいては、操作量部にいずれも Fuzzy システムを適用したが、操作方針部にはそれぞれ異なったシステムを適用した。図-5は Fuzzy-Fuzzy システムの操作結果を示し、図-6は Neural-Fuzzy システムを適用した場合の操作結果である。本研究で治水ダムに対するシステムを評価する上で、治水ダムの目的を踏まえ以下の三つの評価基準を設けた。(a) 放流量は、流入量の増水分より小さく、減水部で放流曲線の傾きは、流入曲線の傾きを越えない、(b) 出来るだけピーク放流時間の遅延をさせる、(c) 総治水量を出来るだけ確保する、の三点である。この評価基準で比較すると、ピーク放流量は同程度であるが、Neural-Fuzzy システムのほうがピークカット時間が遅く、かつ滑らかな放流曲線を描いている。図-7は本研究で用いた治水ダムの洪水 8 データ（昭和 60 年から平成 3 年）

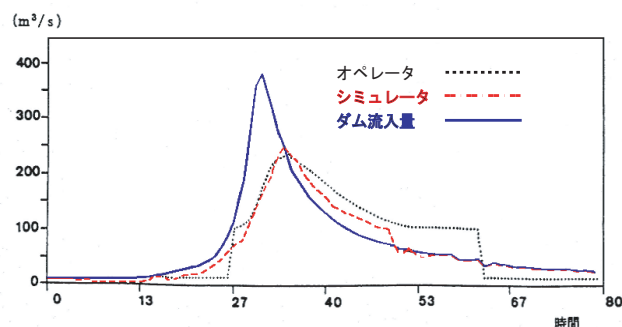


図-6 Neural-Fuzzy システムによるダム操作の結果

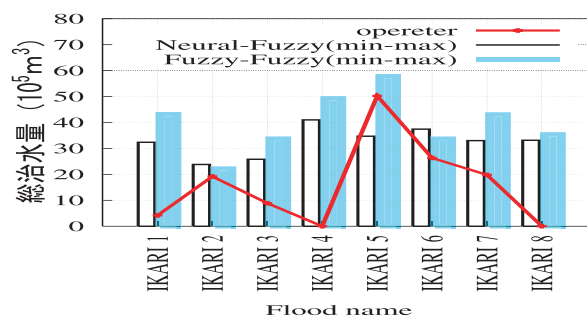


図-7 治水ダムにおける洪水別総治水量

に関して、総治水量の観点から比較したものである。同図より、評価基準の (c) 出来るだけ総治水量を確保するという点で比較すると、両システム共に同程度の総治水量を確保出来ているが、詳細に比較すると Neural-Fuzzy システムに比べ、Fuzzy-Fuzzy システムの方が治水量を確保出来た結果となった。

5. まとめ

ダム操作支援システムにおいて、利水を目的としたダムに対しては、Fuzzy-Fuzzy システムが十分に有効な操作支援システムであることがわかった。

また治水ダムにおいて、Neural-Fuzzy システムは、Fuzzy-Fuzzy システムの適用結果と比較すると、総治水量の観点では、Fuzzy-Fuzzy システムの方が良い結果を得たが、その他の評価基準や放流曲線の滑らかさ、放流時間の遅延、より細かな操作の実現に向けては、Neural-Fuzzy システムの方が治水目的のダムには有効な操作支援システムであることが明らかになった。

今後の課題としては、ダム操作を評価する基準を明確にし、正しい評価基準を作成すること、そしてその操作支援システムが今後実用化されていくことが望まれる。

参考文献

- 1) 長山ハ州稔, 長谷部正彦: ファジィ理論のダム操作支援システムの応用について, 水工学論文集, 第 37 巻, pp.69-74, 1993.
- 2) 長谷部正彦, 長山ハ州稔, 黒崎充能, 桑川高德: 治水用貯水池へのファジィ・ニューラルネットワークシステム適用について, 水工学論文集, 第 40 巻, pp.133-138, 1996.