

準用ダムの高度自動化について

東北電力株式会社○正会員 荒川高而
東北電力株式会社 佐藤健治

1. はじめに

東北電力では、高さ15m未満で洪水吐ゲートを有するダムを準用ダムと称し、21箇所を保有している。これら準用ダムの自動制御装置は経年約20年となり更新時期を迎えており、これを契機に自動制御装置のより一層の高度化、効率化および設備信頼度の向上を図るために、ファジイ理論を適用した新制御システムを構築したので報告するものである。

2. 開発の経緯

(1) 現状の問題点

現状把握としてダムの設備諸元、管理の難易度および地理的条件を基にタイプ分類し、問題点を抽出した。

a. 管理上の問題点

(a) ある程度の出水以上になると、社員が出動し、出水処理状況を監視することにしているが、出水の立上がりが速い場合は、対応が遅くなる場合がある。

(b) ダムの設置場所が比較的市街地に近いため、河川に公衆が立入ることが多い。

b. 設備上の（ハードウェア）の問題点

(a) 故障情報の一括表示が多いため、軽易な故障でも現地出動することになる。

(b) 従来の立架タイプの操作盤では、立操作となるため長時間操作の場合、操作員に負担がかかる。

(c) 自ダム情報（水位、雨量等）しか把握できない箇所が多い。

c. 制御面の問題点

(a) 出水の立上がりが速く、現在の定水位制御では、追従できないことがある。

(2) 現状の問題点に対する対応策

a. 準用ダム管理基準における現地出動タイミングを改定した。（管理上）

b. 情報を細分化し、表示内容および表示位置等を標準化した。（設備上）

c. 操作卓、CRTを導入し、操作員の負担軽減を図った。（設備上）

d. ダム上流の状況を把握するため、水位計、雨量計等を逐次設置していく。（設備上）

e. 新たにファジイ理論を組込んだ制御方法を導入することにした。（制御面）

なお、新システムではコンパクトで経済的な計算機を導入し、自動制御および監視を行うことと、記録保存については、現地にプリンターを設置しないで、フロッピーディスクで行うこととした。

3. 開発の概要

(1) 制御方法

定水位制御を基本に、より人間の感性に近い方式での制御を実現するため、ファジイ理論を適用したファジイ制御を開発した。ファジイ制御には、次の二つの方法がある。

a. 流量算出部にファジイ理論を導入したファジイ流量制御

b. 流量算出を実施しないでファジイ理論の適用により直接制御目標を算出するファジイ開度制御

二つの制御を比較した場合、ソフトウェアの開発および保守の難易度および計算処理上でのCPU負荷等の点でファジイ開度制御が優れているが、理論性・信頼性の観点からは、ファジイ流量制御が優れている。ダムの制御は信頼性を第一とするため、ファジイ流量制御を採用することにした。

(2) ファジイ流量制御

ファジイ流量制御はファジイ理論を制御目標放流量算出部のロジック部に導入した制御である。ファジイ理論は、条件（ルール）部とメンバーシップ関数からなる。条件（ルール）部の役割を人間の動作（操作）に対応させ、メンバーシップ関数を人間の感性に対応する位置付けとして導入している。例えば、条件（ルール）部は、

- a. ダム水位が少し上昇したら、ゲートを少し開ける。
 - b. ダム水位が急激に下降したら、ゲートを大きく閉める。

の様に自然語に近づけている

メンバーシップ関数は、条件（ルール）部の少し、急激に、大きく等のはっきり数値で示しづらい量を人間が過去の経験を基にその量を推定するメカニズムに似た方法（いわゆる人間の感性に対応したもの）で値を算出する。ただし、人工知能ではなく、また自己学習機能はないため人間でいう過去の経験およびそのダムの特性など考慮し、あらかじめメンバーシップ関数を作る必要がある。なお、ダムの特性などが変わった場合はそれに合わせて変更する必要がある。

(3) シミュレーションによる確認

立上がりが、急および緩やかな出水に対する追従性についてシミュレーションを実施した結果、ファジィ流量制御の有効性が確認された。

(4) 制御装置ハードウェア

計算機は、マルチタスク環境が利用できることともに、リアルタイム処理が可能なものとし、コンパクトで経済的なワークステーションを採用することにした。

ゲート操作盤は操作性の向上をはかるためゲート4門分標準装の直型とした。

なお、他機器とのインターフェイスをとる盤は従来と同じ立架タイプとし、自動制御補助盤とした。(写真-1)

4 おわりに

開発したシステムは、二つのダムに導入し実証試験を行った結果、概ね良好な結果を得ることができた。今後、実運用データを基に、より完成度の高いシステムにしていきたいと考える。

なお、本システムの開発については通研電気株、(株)ABCとの共同研究により行ったものである。

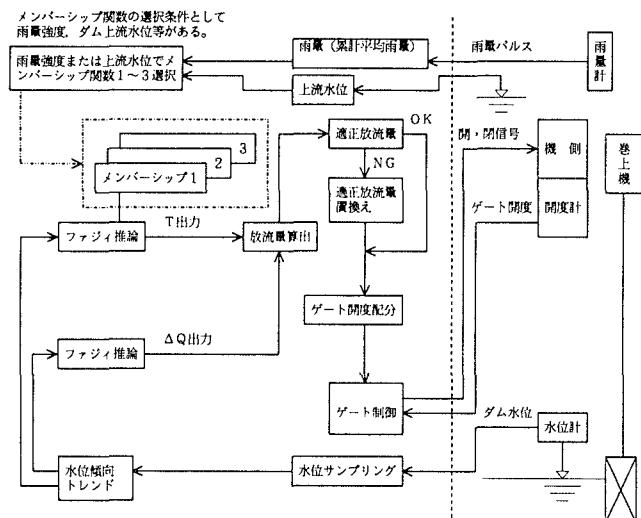


図-1 ファジィ流量制御ブロック図

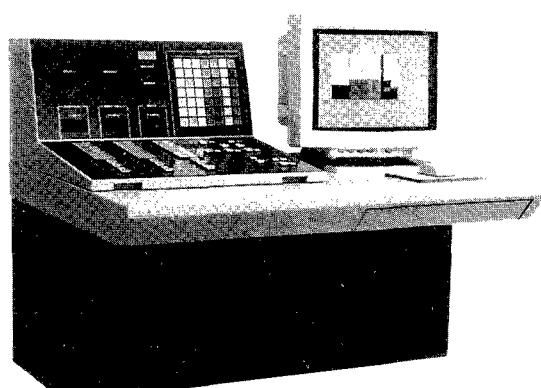


写真-1 操作卓 CRT