

II-70

猿ヶ石川における渇水時の不定流計算

岩手大学工学部 学生員○水 野 伸 一，正 員 笹 本 誠
 正 員 劉 曉 東，正 員 堺 茂 樹
 東北電力(株)盛岡技術センター 正 員 小山 慎一郎
 東北電力(株)岩手支店 正 員 狩 野 義 郎

1. 緒言

発電所やダムを有する河川は、それらの施設からの放流や取水によって水位が変動している。特に流量の少ない渇水期には、ダム運用に係わる一時的な流量の増減による影響が大きくなる。そこで本研究では、安全かつ効率的なダム運用を行うための研究の一環として、2つの発電所を有する猿ヶ石川を対象に、発電所の放流や取水による水位変動の数値解析を行う。

2. 検討対象区間と数値計算法

北上川水系猿ヶ石川の、北上川合流部より 2.0km～19.0km の区間を検討対象とした。図-1 に示すように、19.0km 地点には田瀬ダムを利用した東和発電所が放流を行っており、6.4km 地点位置する猿ヶ石発電所の猿ヶ石ダムでは取水を行っている。6.0km 地点には狭窄部の更木地点があり、2.0km 地点には安野流量観測所が位置している。

本研究では、連続式と運動方程式からなる基礎式を、leap-frog 法を用いて差分化する一次元不定流計算法により数値解析を行った。猿ヶ石ダムにおける越流と取水の計算も、東和発電所から安野観測所へ至る一連の計算の中で行った。ここで、越流量は岩崎の式¹⁾を用いて計算し、取水量は横流入量として扱った。また、猿ヶ石川のように河床勾配が大きく局所的な勾配の変化も大きい河川では、流れの一部に射流が生じることがあるが、計算上の不都合を避けるため、数値計算の際には実河川の特徴を損なわない程度の河床高の平滑化を行った。

3. 結果と検討

(1) 観測値との比較：平成 11 年 2 月 16 日と 17 日に、猿ヶ石ダム下流側の水位変動調査を行った。東和発電所では放流による急激な水位上昇を避けるため、図-1 に示すように、第一段階放流として 8.0m³/sec を 2 時間、第二段階放流として 20.0 m³/sec を 2 時間流した後に 35.0m³/sec を流す、段階的な放流を行っている。また、東和発電所付近では両日とも 1.7 m³/sec の河川自流量が観測され、安野観測所では毎時間の水位が観測された。猿ヶ石ダムの取水量は、ダム水位が・10～・2cm の間に収まるように、あらかじめ設定した動作時間と待ち時間を繰り返す方法で制御されており、観測時は取水口の開度から取水量を求めた。取水口の動作パターンは、16 日が「40 秒動作・5 分待ち」、17 日が「40 秒動作・3 分待ち」であった。



図-1 検討対象区間

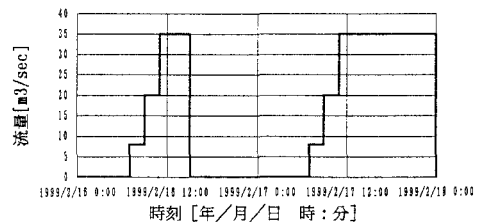


図-2 東和発電所放流量

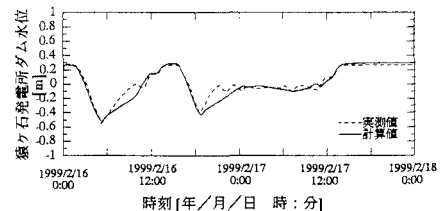


図-3 検証計算結果

図－3は、本数値計算により、調査時と同様の条件で計算した猿ヶ石ダムにおける水位と、観測された水位とを比較したものである。計算結果は全体的に、観測された水位変動をよく再現しており、本数値解析の有効性が示された。

(2) 数値計算による最適パターンの検討：本検討は、より効率的な発電を行うため、東和発電所における第一段階放流時間の短縮と、猿ヶ石ダムにおける水量が最大限使用可能となるような動作時間と待ち時間について、河川法の定める基準（30cm/30min）を超えないもののうちで最も効率的なパターンを数値計算によって見出すことを目的とする。東和発電所からの第一段階放流時間、猿ヶ石発電所での取水口動作時間と待ち時間、および猿ヶ石川の自流量を順次変更し、狭窄部である更木地点の水位上昇速度を計算した。検討した計算パターンは表－1に示す270とおりである。

全計算パターンの中から検討結果の具体例を示す。図－4は第一段階放流時間が2時間、自流量が1.0m³/sec、取水口の動作時間が40秒、待ち時間が2分の場合の結果である。上段が猿ヶ石ダムの水位、中段が更木地点の水位、下段が更木地点の水位上昇速度を表している。上段の図より、東和発電所からの前日深夜0時の放流停止により、ダム水位が20cm～30cm程度まで低下し、その後河川の自流量の流入によって徐々に回復していることがわかる。しかし、更木地点では東和発電所からの段階的放流の効果があらわれず（中段）、更木地点では水位上昇速度が30cm/30minを超える（下段）。これは、河川の自流量が少ないためにダム水位の回復が遅く、水位0mまで回復する前に第一段階放流量が猿ヶ石ダムに到達しているためであると考えられる。図－5は第一段階放流が2時間、自流量が5.0m³/sec、取水口動作時間が20秒、待ち時間が3分の場合の結果である。こちらは自流量が比較的多いために水位の回復が早く、ダムを越流した流れが二段階に分かれて更木地点に到達しているため、水位上昇速度が30cm/30min以内に収まっている。

このように本計算手法を用いれば、第一段階放流の時間を短縮するために必要な、自流量や取水口の動作パターンを予測することなどが可能である。

4. 結論

本研究の結果より以下のようなことがいえる。

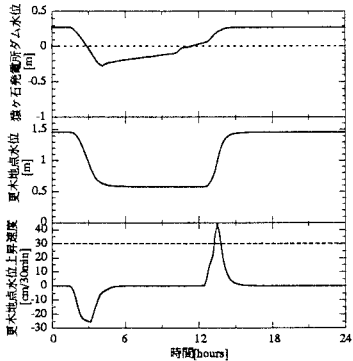
- 1) 河川の流量が非常に少ないときには、自流量が河川の水位上昇に大きく影響することがわかった。
- 2) 更木地点の水位上昇速度を抑えるには、猿ヶ石ダムの水位を第一段階放流量の到達前に回復させることが必要である。
- 3) 本計算手法を用いることにより、渇水期でも安全で効率的なダム運用を行うための第一段階放流時間と取水パターンとの最適組合せを見出すことができる。

参考文献

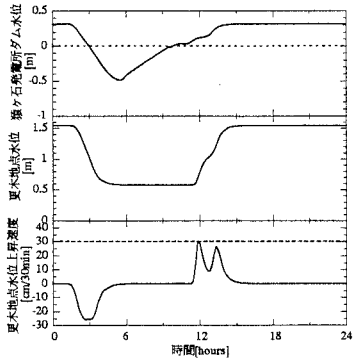
- 1) 岩崎敏夫：越流頂余水吐きの流量係数について、土木学会論文集, 第43号, pp.29-37, 1957

表－1 計算パターン

	範囲	間隔	パターン
動作時間[sec]	10～60	10	6
待ち時間[min]	1～5	1	5
自流量[m ³ /sec]	1～5	2	3
放流時間[min]	60～120	30	3



図－4 自流量1.0m³/sec・第一段階放流2時間40秒動作・2分待ちの場合の計算結果



図－5 自流量5.0m³/sec・第一段階放流2時間20秒動作・3分待ちの場合の計算結果