

ダム諸量演算システムの流入量

弥栄ダム管理所 会員 ○井上宏司

1 はじめに

貯水池の流入量は、単位時間の貯水池の変動量に放流量を加えたものとしている。弥栄ダムにおいても同様の方法で演算処理している。しかし、演算処理した流入量は、貯水位の変動の度に大きく変動し、パルス状に表示され、想定される流入量と全く乖離したものとなり、流入量を見た流水管理を非常に困難にしている。この原因を分析し、弥栄ダムの流水管理特性に適合した演算処理システムを検討したものである。

2 原因分析

流入量が大きく変動する原因は次の事項が考えられる。

① 常時満水位の湛水面積は 1.83km^2 に及ぶ、貯水位の変動が 1cm 上下するのに 1 時間要したとすると、放流量 $\pm 5.08\text{m}^3/\text{s}$ となる。

一方、ダム地点の平水流量が $3.52\text{m}^3/\text{s}$ （平成3-7年の平均流入量）と小さく、洪水時のみ流水を貯留し、平常時はほとんど補給する操作となっている。また、操作規則上の下流基準地点への確保は、小数点以下の流水管理が求められている。すなわち、平水時の流水管理の精度からすると、水位は mm 以上の精度でとらえる必要がある。

② 現行システムの流入量演算時間は、 30 分、 1 時間、 2 時間と外部からの設定条件となっている。水位の変化量に関連した時間設定となっていない。

③ 水位が上昇、下降傾向であっても、水位が 1cm 以内の場合、流入量は放流量と一致してしまう。

④ 流入計算の仮想流入の平均で計算しているため、流入計算間隔分の遅れが生じる。

3 流入計算方式の改正

現行のダム諸量演算システムは「ダム放流設備制御装置の設計参考図書」（昭和57年8月国土開発技術センター発行）に準拠している。その後、設計仕様は幾度か改訂が加えられ、最新のものでは「ダム情報処理設備の設計仕様（原案）」（平成6年10月社団法人ダム堰施設技術協会）がある。これによって、水位の時間変動や貯水位変動が大きい場合の流入量の遅れの問題などは補正される等、改善されてきた。しかし、見直しは洪水時の遅れ操作の改善が主な内容である。

今回、弥栄ダムの管理特性を踏まえて、流入演算処理方法を検討したものである。以下、「ダム情報処理設備の設計仕様（原案）」（以下「標準仕様」という。）の考え方と、弥栄ダムの管理特性を踏まえた流入演算方法（案）（以下「弥栄案」という。）を述べる。

3-1 「標準仕様」の考え方

この考えの特徴は、流入量は 10 分間の貯水位変化量が $n\text{cm}$ 未満のときは「①貯水位変化時に算出する方法」により行い、 $n\text{cm}$ 以上のときは「②最小自乗法による方法」である。

注1) $n\text{cm}$ は洪水による水位変化が大きい場合の判定条件値でここでは 2 を入力している。

①貯水位変化時に算出する方法は、全流入量計算は貯水位の変化時毎に行うものとし、算出された流入量は、次の水位変化時まで変化しない。

②最小自乗法による方法は、最新の N 個の仮想流量（ $T=10$ 分間の平均流量）データをもとに直線近似を行い、さらに平均処理による $T/2$ 時間分の遅れを解消するために、 $T/2$ 時間分だけ流入値を外挿することで、現在の全流入量を推定するもので、その考え方を図-1に示す。

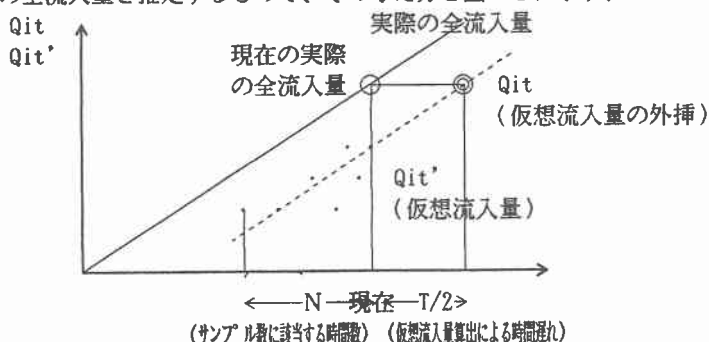


図-1 最小自乗法による全流入量の直線近似

3-2 「弥栄案」の検討

弥栄ダムの貯水位の特性を見ると、渇水期及び利水補給期の水位低減傾向のときと豊水期のダム貯留に伴う水位上昇傾向が観察される。若干の日変動があるものの上流ダムからの発電放流やダム発電に伴う水位変動は生じていない。1 cmの水位変化毎に送られてくる水位情報は、貯水位の変動特性をかなりの精度でとらえているものと考えられる。

そこで、送られてくる水位情報の瞬時値をもとに1 cm以下の水位を予測するもので、その予測方法としてラグランジュの補間公式を採用した。予測式は3次関数とし次式の方程式を用いて現在水位の予測演算を行う。

$$f(x) = F(x) \left[\frac{y_1}{(x-x_1) F'(x_1)} + \frac{y_2}{(x-x_2) F'(x_2)} + \frac{y_3}{(x-x_3) F'(x_3)} + \frac{y_4}{(x-x_4) F'(x_4)} \right]$$

ここに、

$$F(x) = (x-x_1)(x-x_2)(x-x_3)(x-x_4)$$

$$F'(x) = (x-x_2)(x-x_3)(x-x_4) + (x-x_1)(x-x_3)(x-x_4) + (x-x_1)(x-x_2)(x-x_4) + (x-x_1)(x-x_2)(x-x_3)$$

予測水位は、もともと新しい4個の変化水位とそのタイミングによって演算するもので模式的に表せば図-2のとおりである。

予測式が±1 cmを逸脱した場合、適用式を2次式、1次式と変更し、前回変化水位±9 mmを限界とした。

流入量の計算方法は、設定した時間帯の貯水池の変動量を時間で除しそれに放流量を加え演算したものである。

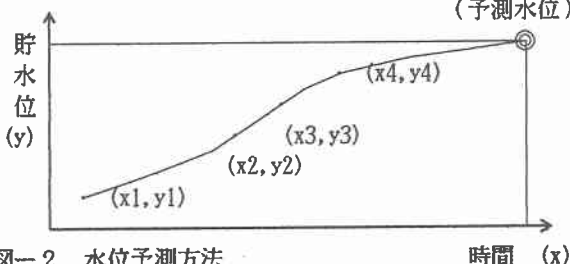


図-2 水位予測方法

4 演算結果

ここに、現行のシステムと標準仕様及び弥栄案の計算結果を図-3、図-4に示した。図-3は下流への補給量がほぼ一定で、流入量より放流量の大きいときの計算結果である。現行システムのパルス状の流入量表示は解消されている。標準仕様では水位変動時間分の遅れが生じている。

図-2は、水位が強風などで微妙に変動した後、水位予測計算で、弥栄案では予測開始後、限界値(±9 mm)をオーバーし「流入量=放流量」としている。

標準仕様で3時以降同じ数字となっているのは、水位の変化値の実績で計算しているためである。

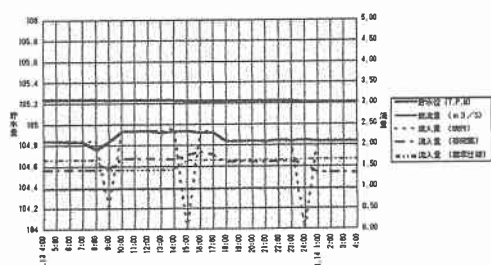


図-3 流入量比較表(1/13~14)

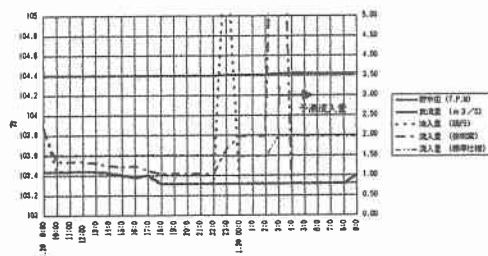


図-4 流入量比較表(1/28~30)

5 まとめ

「ダム情報処理設備の設計仕様」や弥栄ダム水位予測方式(仮称)で演算処理することにより流入量は、貯水位変動があってもパルス状に表示することはなくなった。また、貯水が安定的なときには1 cm以下の水位予測を行うことによって流量変化の状況を忠実に出力することができる。しかし、波や吹き寄せの影響のある状態では、異常な値を示す場合がある。

弥栄ダムのように貯水池の大きさに比較して流入量の小さいダムにあっては、貯水位の変動量のみから流入量を予測するには限界があるように考えられる。従って、今後は貯水池流入地点に設置する観測所の精度アップを図り、相互に補完するシステムを考える必要がある。