

流域貯留を考慮した予備放流方式について

名城大学土木工学科 正員 鈴木徳行

1. はじめに

ダムの効率を高めるため予備放流を計画に折り込んだダムが建設されている。この予備放流を行なうためには下流の安全と共に貯水復帰を確保することが必要である。本文では流域貯留を考慮した予備放流の推算方式を確立し、これを用いて洪水制御のシミュレーションを行って可能な予備放流量の推算を行なうとともに、洪水制御方式の検討も行ったものである。

2. 流域貯留を考慮した目標放流量の推算方式

流域貯留の算定方法として①貯留関数による方法、②降雨による方法が考えられる。①の場合には既往データの検討を行ないダム上流の貯留関数を決定することが必要であり、②の場合には流域平均雨量および降雨損失量を十分に検討し正確な値を知ることが必要である。しかしダム水文観測システムおよび応用水文解析の現状では十分な精度と安全性を得ることは困難である。そこで本研究では両方法による推定結果を比較検討して選定することとした。

2-1. 貯留関数による方法：貯留関数法から流域貯留量を推算し、目標放流量の推算を次式で行った。

$$SB = K(QI - QB)^P \text{----- (1)}$$

$$QR = \frac{dSB}{dt} + QI \text{----- (2)}$$

$$QI = \frac{dSR}{dt} + O \text{----- (3)}$$

(2), (3)式より

$$QR = \left(\frac{dSB}{dt} + \frac{dSR}{dt} \right) + O \text{---- (4)}$$

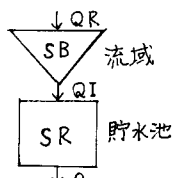


図-1 流出フロー

ここに、SB：流域貯留量(10⁴m³)、QI：貯水池流入量(m³/s)、QB：基底流量(m³/s)、K：貯留関数の係数、P：貯留関数の指数、QR：有効雨量、SR：貯水池貯留量、O：ダム放流量

目標放流量の推算は(4)式において $\left(\frac{dSB}{dt} + \frac{dSR}{dt} \right)$ に安全率を考慮した流量が制限水量を上回れば、その量が目標放流量となる。現実の操作用の流域貯留量は安全側の値を使用し、(5)式による。

$$SBD = F \cdot SB - SZ \text{----- (5)} \quad \text{ただし } SBD \geq 0, \quad \text{ここに } SBD: \text{操作用流域貯留量}(10^4 \text{m}^3).$$

SB：流域貯留量、F：操作安全係数(=0.8)、SZ：操作安全量(4.0mm×504.5Km²÷200×10⁴m³)

2-2. 降雨による方法：貯水池流入量は上流域からの流出量であるから、流域平均有効雨量が観測できれば連続式により流域貯留量を推定することができる。

$$SB = \int \{0.278 A \cdot Re - (QI - QB)\} dt \times 10^4 \text{----- (6)}$$

ここに、Re：流域平均有効雨量(mm)、t：時間(sec)、A：ダム上流流域面積、以上の流域貯留量算定フローは図-2となる。この図でRi：観測所雨量、Rave：流域平均雨量、QS：表面流出量、

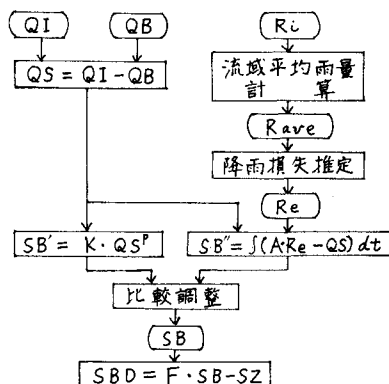


図-2 流域貯留量算定フロー

3. 流域貯留を考慮した洪水制御のシミュレーション

洪水制御のシミュレーションは前述の方式を基本として、目標放流量を求め、後述する洪水制御方式により行った。すなわち、目標放流量は、流量(振動大)又は降雨量から流域貯留

量を求め、貯水復帰に必要量と調節条件とから決定し、洪水制御は表-1に示す調節条件によってシュミレーションを行った。

対称洪水の①②洪水は、測定間隔15分毎、無害流量500%、③④洪水は、測定間隔1時間毎、無害流量800%、⑤⑥は仮想洪水、測定間隔1時間毎、無害流量800%である。初期水位は、①洪水が常時満水位、他は夏期制限水位とした。有効雨量は大洪水と小洪水とで差があり、予備放流に関する降雨量は一般に降雨の初期の部分であるから、既往の実積洪水から小洪水を選定し次のようにして求めた。

$\Sigma Q / \Sigma R \cdot A = f \cdots (7)$ $Re = f \cdot R \cdots (8)$ ここに、Q：洪水の立ち上がりから基底流量までの毎時流量、R：降雨の降り始めからの流域平均毎時雨量、A：ダム上流の流域面積、f：流出率、Re：有効雨量である。このようにして求めた有効雨量は、降雨量の50%であった。以上の条件によってシュミレーションを行った結果、予備放流量を示すと表-2となる。また、洪水調節シュミレーションハイドログラフの一例を示すと図-3、4となる。

表-2 予備放流量

洪水名	①	②	③	④	⑤	⑥
予備放流量	$\times 10^6 \text{ m}^3$ 250	$\times 10^6 \text{ m}^3$ 900	$\times 10^6 \text{ m}^3$ 3,600	$\times 10^6 \text{ m}^3$ 10,800	$\times 10^6 \text{ m}^3$ 5,000	$\times 10^6 \text{ m}^3$ 5,400

4. 考察

図-3、4の洪水調節シュミレーションハイドログラフから明らかなように、予備放流、一定率調節、貯水復帰が行なわれている。予備放

流量については、①②洪水以外は36万 m^3 ~1,080万 m^3 で実用的に利用できるものと考えられる。①②洪水は小規模洪水で無害流量500%で予備放流量が小さい。

5. 結論

上述のように流量又は降雨量から流域貯留量を算出し、これを基本に貯水復帰を確保した予備放流が可能と考えられる。しかし本方式の実用化のためには①流量の平滑化及び降雨量から流域貯留量の算出について、種々の地形地質に関して検討を行なうこと、②実測資料によりシュミレーションを数多く行ない、設定方式、プログラム内容、制御条件等の検討が必要である。

表-1 調節条件

項目	方式	条件
予備放流	流域貯留方式	あり。予備放流制限水位261m
ピーク調節	一定率調節方式	一定率：0.33、無害流量 $\begin{cases} 500\% \\ 800\% \end{cases}$
	基準地点方式	ダム地点
異常時制御	満水位維持方式	あり。(295mから異状時制御)
貯水復帰	調節率漸変方式	あり。

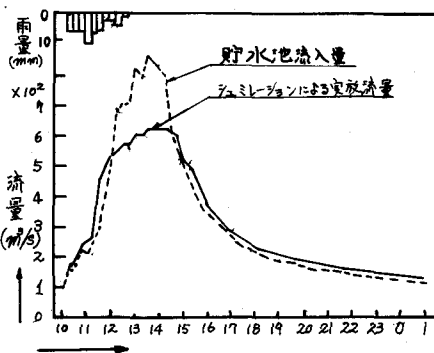


図-3 洪水調節シュミレーションハイドログラフ①

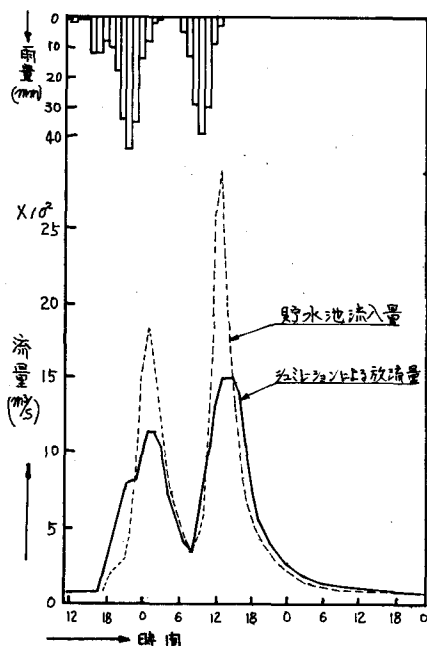


図-4 洪水調節シュミレーションハイドログラフ④