

治水専用穴あきダム (流水型ダム) の洪水調節能力改善手法に関する研究

九州大学工学部 学生員 ○中島泰裕 九州大学大学院 正会員 押川英夫 フェロー 小松利光

1. はじめに

近年多発している比較的狭い地域への集中豪雨は計画規模以上の洪水をもたらし、各地で甚大な被害が発生している。最近の気象状況を踏まえると、今後もこのような超過洪水が起こる確率は高く、新たな対策が急務と考えられる。

このような状況下において、近年治水専用穴あきダム (流水型ダム) が注目されてきている¹⁾。しかしながらこの穴あきダムは比較的流量が小さい時から貯水が始まるため、治水容量が有効活用されにくいという欠点を有している。そこで穴あきダムを対象にした本報告では、開閉を行わず常に開いている常用洪水吐きに加え、水圧により自動開閉するゲート (以下、追加穴) を河床に設置することで治水容量を有効活用する手法を提案するとともに、簡便なシミュレーションによりその効果を検証した。

追加穴を付加することによる穴あきダムの具体的な洪水調節能力改善方法を以下に示す。追加穴は水圧により自動的に開閉する人為操作を必要としない構造とする。つまり追加穴は、水位がある特定の高さになるまでは開き続け、水位がそれ以上になると水圧により閉じて追加穴からの放流量が 0 になるとともに、水位が減少して追加穴が開閉する水位 (以下、開閉水位) 以下になると再び開いて、追加穴から水が流出するものとする。これより水位が低い時点での放流量が増加するため、治水容量が有効活用されることになる。

2. シミュレーションの概要

本研究では一次元の連続の式を時空間方向に積分した以下の式(1)を基礎式とした。

$$V(t) = \int_0^t (Q_{IN} - Q_{OUT}) dt \quad (1)$$

ここに、 $V(t)$ [m^3]はその時点でダム内に貯留されている水の体積、 $t[s]$ は時間、 $Q_{IN}[m^3/s]$ はダムへの流入流量、 $Q_{OUT}[m^3/s]$ は流出流量である。また、ダムからの流出流量はダムの洪水吐きの断面積が小さいと考え、トリチェリの定理からその時点での水位によって決定されると仮定した。

使用するダムおよび洪水モデルの諸元を Table1 に示す。本研究では予め追加穴が開閉する水位を 12.5m, 25m, 37.5m, 50m の 4 つから選択することとした。また、追加穴の断面積は流出流量が計画高水流量に達した時点で追加穴が閉まるように断面積を決定した。ここでは、基本高水 (以下, F0) と超過洪水の両方に対して検討を行うこととし、超過洪水については一山洪水 (以下, F1) と二山洪水 (以下, F2) の場合について検証を行った。F2 はピークの到達時間の差が 40 時間の最大流入流量 $4000m^3/s$ の基本高水の重ね合わせとした。

Table1 ダムおよび洪水モデルの諸元

ダムの堤頂長	200m
ダムの堤体の高さ	80m
ダムの流下方向の長さ	11km
基本高水流量(F0)	$4000m^3/s$
超過洪水(F1) の最大流入流量	$4500m^3/s$
計画高水流量	$2500m^3/s$

*ダム堤体の幅は二次関数的に変化し、二次関数断面のダムが上流方向に水平に続くものとする。

3. 結果と考察

基本高水が追加穴なしの通常の穴あきダム(DC0)に作用した場合の Q_{IN} , Q_{OUT} および水位 (以下, H) の時系列を Fig.1, 追加穴 (開閉水位: 37.5m) を一つ設置した場合(DC1) を Fig.2 に示す。Fig.2 においては追加穴の設置による最大水位の低下を考慮して、最大水位の出現時に流出流量が計画高水流量に等しくなるように常用洪水吐きの断面積を決定している (Fig.4, Fig.6 についても同様)。図中の A_0 はそれぞれの条件下において決定した常用洪水吐きの断面積、 $A(h)$ は開閉水位が h の追加穴の断面積、 H_{max} は最大水位を示す。Fig.1 と比べて Fig.2 では最大水位が約 5m 低下しており、追加穴を 1 つ設置するだけでも治水容量の使用効率が改善され、洪水調節能力が強化されることが分かった。また、ダムの堤体を低くすることが可能となるため、環境への負荷も

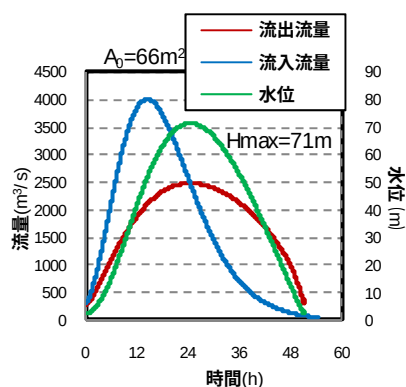


Fig.1 基本高水で追加穴なしの場合 (F0,DC0)

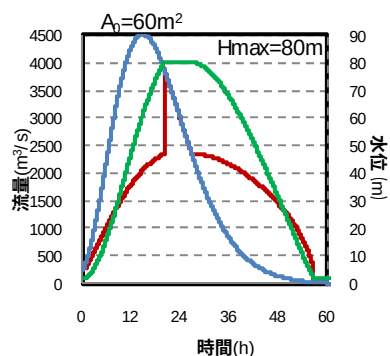


Fig.3 一山超過洪水で追加穴なしの場合 (F1,DC0)

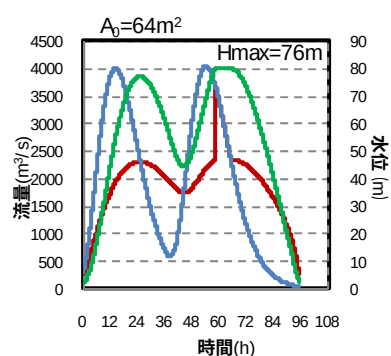


Fig.5 二山超過洪水で追加穴なしの場合 (F2,DC0)

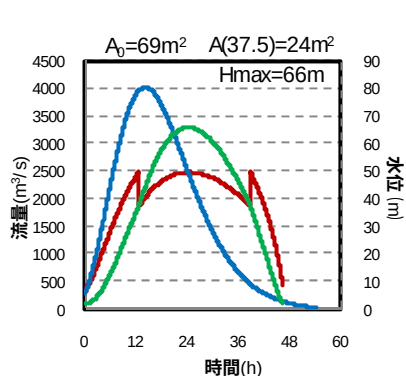


Fig.2 基本高水で追加穴一つの場合 (F0,DC1)

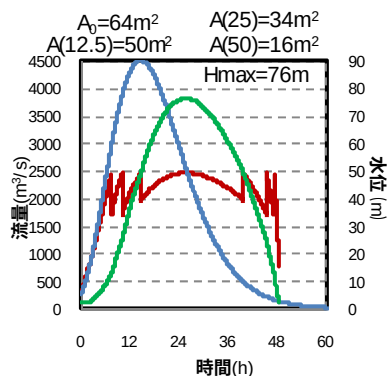


Fig.4 一山超過洪水で追加穴三つの場合 (F1,DC3)

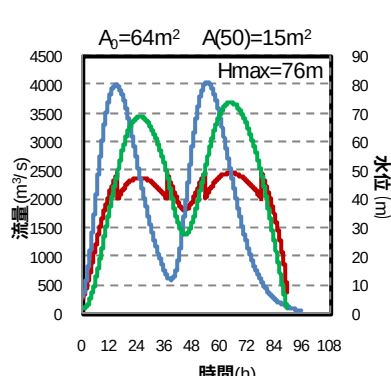


Fig.6 二山超過洪水で追加穴一つの場合 (F2,DC1)

*凡例は Fig.1 と共通(Fig.3~6 も同様)

小さくなるとともに、コストの削減も期待される。

一山超過洪水(F1)について追加穴なし(DC0)の場合の結果を Fig.1 と同様に Fig.3, 追加穴を 3 つ (開閉水位はそれぞれ 12.5m, 25m, 50m) 設置した場合(DC3)を Fig.4 に示す。Fig.4 では Fig.3 において発生しているオーバーフローが生じることなく洪水が制御されている。追加穴を設置することで超過洪水に対しても洪水調節能力の強化が可能である。オーバーフローの発生を遅延および防止することは大規模な被害の抑制に顕著な効果を与えるため、追加穴を超過洪水対策として設置することも有効と考えられる。

二山超過洪水(F2) について追加穴なしの場合(DC0)の計算結果を Fig.5, 追加穴 (開閉水位: 50m) を一つ設置した場合(DC1)を Fig.6 に示す。追加穴を一つ設置しただけでオーバーフローの発生(Fig.5)が防止されている。二山超過洪水では、水位の時系列も二山となり追加穴の開まる水位(50m)が複数回出現するため、放流量が流せる限界の計画高水流量まで増加する回数が多

くなる。そのため Fig.5 と比較して、Fig.6 では計画高水流量を超えない範囲での放流量が増加しており、治水容量の使用効率が格段に上昇している。二山超過洪水に対しても、追加穴は穴あきダムの洪水調節能力を大幅に増強できることが期待できる。

4. まとめ

治水専用穴あきダムにおいて常用洪水吐き (常時開いている通常の穴) に加え、水压により自動的に開閉する追加穴を設置することで、穴あきダムの治水容量の使用効率が大きく改善されることが明らかになった。今回は追加穴をどのように設置すれば最も治水容量が有効活用できるのかという明確な基準は得られなかったが、その点は今後検討していく予定である。

参考文献

- 1) 小松利光, 災害に対して無防備化する日本の都市と地域～明日への投資を怠るなかれ～, 2008 年度水工学に関する夏季研修会講義集, A コース, A-1-1~A-1-14, 2008 年 8 月。