

ダム貯水池の流入量・放流量評価法の高精度化に関する研究

中央大学大学院 正会員 ○塚本 洋祐

国土交通省関東地方整備局 渡良瀬川河川事務所 正会員 由井 修二

中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二

1. 序論

ダム貯水池を含む上下流河川で観測された水面形の時系列データには、洪水波形の変形や、縦断的な水位変化に伴う貯留の影響が含まれている¹⁾。図-1 に示す様に、従来のダム流入量算定法では、1 地点で観測された貯水位と H-V 関係から貯留量 dS の評価を行う。この方法では、縦断的な水位変化に基づく貯留量 dS が考慮されておらず、ダム流入量を過小に評価することが懸念される。本研究では、利根川水系渡良瀬川に位置する草木ダムにおいて、貯水池と上下流河川で時空間的な水位観測を実施した。この観測された水面形の時系列データを用い、ダム上流河川の Q_{in} (ダムに流入する流量)、ダム下流河川の Q_{out} を算定し、従来の貯水池の H-V 関係による貯留量 dS だけでなく、縦断的な水位変化に基づく貯留量 dS' を評価し、ダム流入量、放流量評価の高精度化を図ることを目的とする。

2. 平成 25 年 9 月洪水における観測体制

図-2 に草木ダムの平面図と洪水観測地点を示す。この区間では、平成 25 年 9 月に発生した台風 18 号に伴う出水を対象に、多数の簡易圧力式水位計を設置し、縦断的な水面形の時系列データを得た。水位計は、貯水池に 11 地点、上流河川に 3 地点、下流河川に 3 地点設置した。貯水池内を約 500~1,000m、河道部で約 500m の密な間隔で水位観測を実施することで、洪水流下特性を把握するための有用な情報を得ることができる。

3. 洪水再現計算

検討対象区間は、ダム上流河川は上流端を水位計 4-3 地点、下流端を水位計 3-6 地点、ダム下流河川は上流端を水位計 2-3 地点、下流端を水位計 2-1 地点とし、解析水位と

観測水位が一致するように境界条件を設定する。粗度係数は、観測水位時系列データを再現するように設定し、ダム上流河川で 0.063、ダム貯水池で 0.025、ダム下流河川で 0.064 とした。なお、対象区間内には、主要な支川として黒坂石川 (流域面積 31.85km²)、横川 (流域面積 6.77km²) が流入するが、横川は流域面積が小さいことから考慮せず、黒坂石川は上流に位置する黒坂石ダムの放流量を設定した。解析対象期間は、9/16 6:00~9/17 0:00 までの 18 時間とした。図-3 に草木ダム下流の水面形の時間変化の解析値と観測値の比較を示す。草木ダム上流河川では、水位計 4-1 地点において、解析水位が観測水位より若干低くなるものの、その他の区間では、計算値は解析値と概ね一致している。また、下流河川においても、全川の的に計算値は解析値と概ね一致している。なお、解析結果として得られたダム上下流河川における流量ハイドログラフ、貯留量については、4 章、5 章にて整理する。

キーワード ダム流入量、ダム放流量、貯留量、平面二次元洪水流解析

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27-31214 中央大学研究開発機構 TEL 03-3817-1615

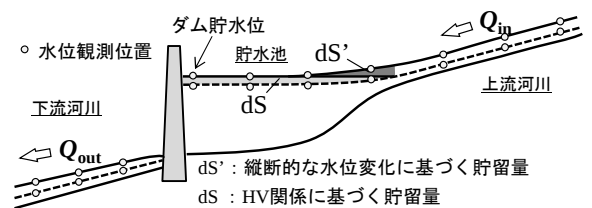


図-1 本検討のねらい

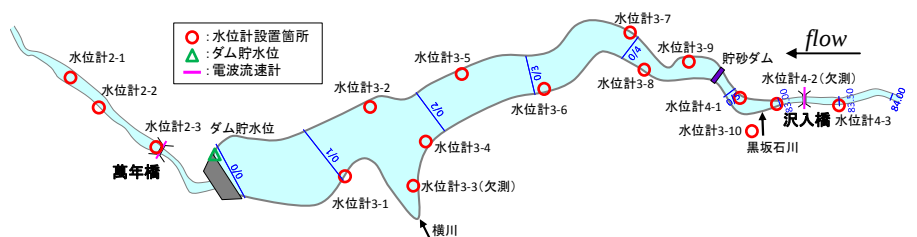


図-2 草木ダム平面図と洪水観測地点

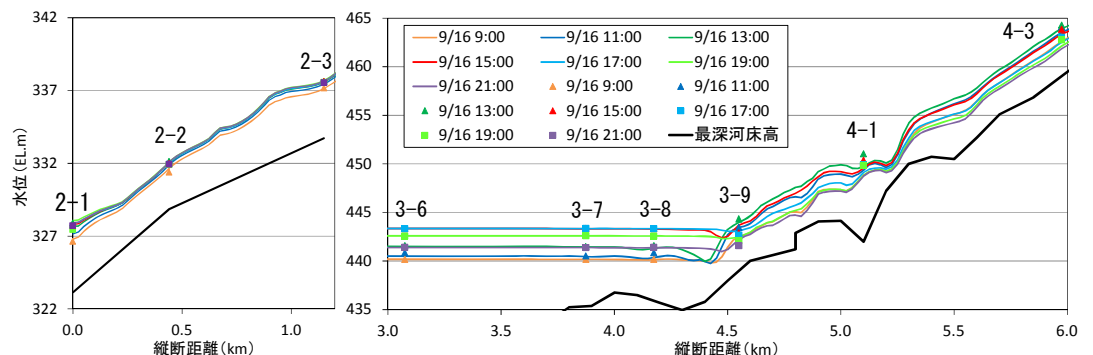


図-3 解析水位と観測水位の比較 (左：ダム下流河川、右：ダム上流河川)

4. 解析流量ハイドログラフとダム流入量（H-V 関係）、放流量（ゲートの式）の精度比較

図-4、図-5 に草木ダム上下流河川の解析と観測流量ハイドログラフの比較を示す。なお、ダム流入量、放流量ハイドログラフの精度比較のため、H-V 関係とダム放流量に基づくダム流入量と、ゲートの式に基づくダム放流量も併記している。

草木ダム上流河川（図-4）では、流量上昇期において、解析流量ハイドログラフが沢入橋の電波流速計より推算した流量（電波流速計推算値）より小さい傾向にあるものの、流量ピーク時から流量下降期にかけて沢入橋の観測流量の傾向を概ね捉えている。なお、流量上昇期に解析流量ハイドログラフが沢入橋の観測流量より小さい理由としては、電波流速計による流速観測点と水位観測点のズレによる差や、図-3 に見られる様な上流河川から湛水領域への洪水流の流入過程における洪水波形の変形が要因として考えられる。この点については、ダム貯水池へ流入する流量ハイドログラフの変形機構について、今後現象を明らかにしていく必要がある。また、H-V 関係に基づくダム流入量と観測水面形の時系列データに基づく本解析流量ハイドログラフを比較すると、本解析の方がピーク発生時刻が約 30 分早いものの、全体的な波形は対応している。

草木ダム下流河川（図-5）では、解析流量ハイドログラフは、万年橋の流量（電波流速計推算値）とほぼ対応している。また、解析流量ハイドログラフと従来のゲートの式に基づくダム放流量を比較すると、両者は概ね対応する結果となる。

以上より、草木ダムでは、平成 25 年 9 月洪水規模の出水では、既存のダム流入量、放流量と本解析による解析流量は、ピーク流量、流量波形ともかなり近い傾向を取る。

5. ダム貯水池の貯留効果

本検討では、図-1 に示す縦断的な水位変化に伴う貯留量 dS を評価するため、観測水面形の時系列データに基づく単位時間あたりの貯留量（上流河川の Q_{in} と下流河川の Q_{out} との差分）と、H-V 関係より算出した単位時間あたりの貯留量の比較を行う。図-6 に単位時間当たりの貯留量の比較を示す。洪水ピーク付近（9/16 11:00～18:00）では、観測水面形の時系列データに基づく貯留量の方が H-V 関係に基づく貯留量より大きくなっている。これは、観測水面形の時系列に基づく $Q_{in}-Q_{out}$ より算定される貯留量には、縦断的な水位変化による貯留量 dS が含まれることから、 $Q_{in}-Q_{out}$ と H-V 関係に基づく貯留量 dS の差が、縦断的な水位変化による貯留量 dS と評価される。この縦断的な水位変化による貯留量 dS は、流量ピーク時に最大となり約 $100\text{m}^3/\text{s}$ となる。なお、平成 25 年 9 月出水では、洪水規模が小さかったことから貯水池へのピーク流入量約 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ に対し、縦断的な水位変化に伴う貯留量は 1 割程度であった。今後は、継続的に水面形の時系列データの観測を実施し、より大きい洪水規模における河道貯留効果について検討を行う必要がある。

6. 結論

本出水は比較的小規模であったため、貯水池内の縦断的な水位変化が小さく、概ね水平であった。このことから、縦断的な水位変化による貯留量 dS は小さく、従来の H-V 関係に基づく流入量、ゲートに式に基づく放流量の算定方法が適用可能であった。今後は、貯水池内の洪水流の流動を踏まえ、貯水池の貯留効果と洪水波形の変形機構について明らかにしていくことを考えている。

参考文献

1) 福岡捷二, 渡邊明英, 原 俊彦, 秋山正人: 水面形の時間変化と非定常二次元解析を用いた洪水流量ハイドログラフと貯留量の高精度推算, 土木学会論文集, 第 761 号/II-67, pp.45-56, 2004.

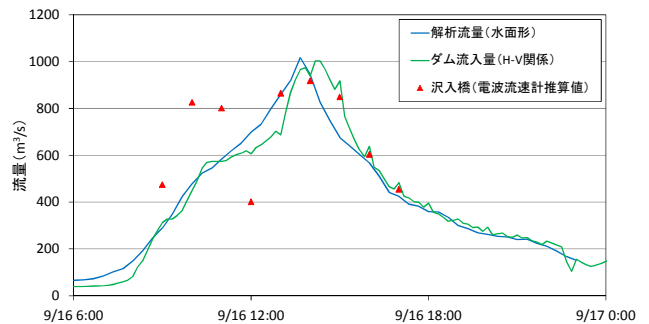


図-4 流量ハイドログラフの比較(草木ダム上流)

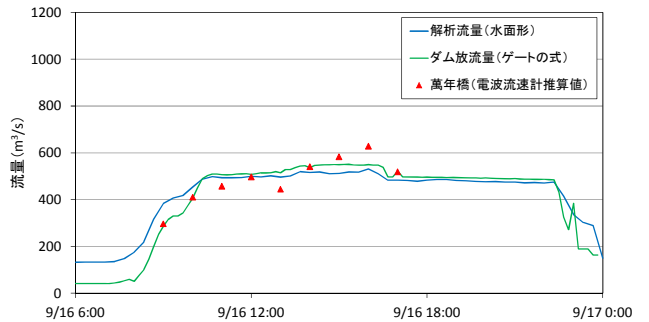


図-5 流量ハイドログラフの比較(草木ダム下流)

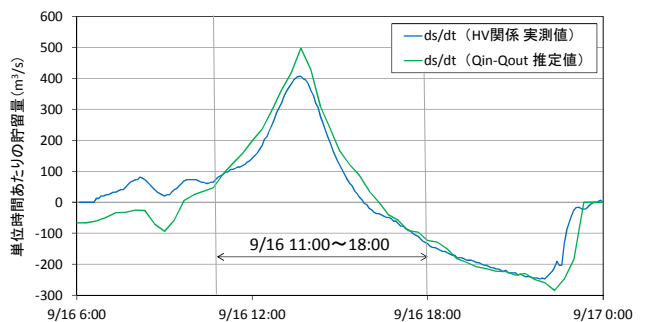


図-6 単位時間あたりの貯留量