

複数の急流河川が流入する留萌ダム貯水池の流入量の算定法に関する研究

中央大学大学院理工学研究科 学生会員 ○大野 純暉
 国土交通省北海道開発局旭川河川事務所 正会員 高瀬 貞雄
 中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二

1. 序論

洪水時のダム貯水池への流入量は、貯水池内の水面形が水平であると仮定し、ダム堤体付近で測られた1点の水位の時間変化から求まる貯留率(H-V関係)と、貯水池毎に定められているゲートの放流量式から算出されている。現行の流入量の見積もり方法は、貯水池の流動を考慮していない点に不正確さがあるという視点で、塚本ら¹⁾は草木ダム貯水池内及び上流河川において、縦断的に計測された水位時系列データを用いた洪水流解析を行い、ダム貯水池への洪水流入量を見積もった。その結果、現行のダム流入量の算定法は、ダム貯水池への流入量をやや大きめに評価していることを示している。異なる規模や形状のダム貯水池について、同様の方法でダム流入量を検討し、その算定法の精度を示す必要がある。本研究では、複数の急流河川が流入する留萌ダムについて平成25年9月洪水を対象とし、観測水面形時系列データを用いた非定常平面二次元解析法により、各河川からのダム貯水池への流入量を見積もり、現行方法との比較を行った。

表-1 ダム諸元(草木ダム, 留萌ダム)

形式	留萌ダム	
	重力式コンクリート	ロックフィルダム
集水面積(km ²)	254	42
湛水面積(km ²)	1.7	2.2
総貯水容量(m ³)	60,500,000	23,300,000
有効貯水容量(m ³)	50,500,000	21,800,000
計画高水流量(m ³ /s)	1,880	430
洪水調節量(m ³ /s)	1,240	400



図-1 留萌ダム洪水吐

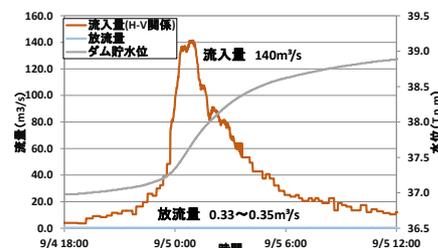


図-2 貯水位ハイドログラフとダム流入量・放流量ハイドログラフ

2. 留萌ダムの特徴と対象洪水

表-1はダム諸元を示す。留萌ダムは草木ダムに比べて集水面積、貯水容量の小さいダムである。また、留萌ダムは自然調節方式となっている(図-1)。

図-2は、平成25年9月洪水の貯水位ハイドログラフとダム流入量・放流量ハイドログラフを示す。平成25年9月洪水は、平成17年に留萌ダムが建設されて以降、既往最大の洪水である。流入量140m³/sであり、洪水吐からの放流はなく、利水用に0.33~0.35m³/sのみ放流された。



(a) チバベリ川5.4km周辺の河道状況



(b) チバベリ川の航空写真



(c) チバベリ川の平面図

3. 解析方法と解析条件

図-3は、解析対象区間とダム上流河川の平面図および航空写真を示す。解析法は、縦断的に密に観測された水面形の時間変化を用いた非定常平面二次元洪水流解析法である。解析境界条件は、チバベリ川の5.9km、チバベリ右川の3.0km、チバベリ左川の1.05kmの観測

図-3 解析対象区間とダム上流河川の平面図および航空写真

水位ハイドログラフを上流端に与えた。下流端の境界条件は、ダム堤体で実績の放流量を与えた。粗度係数は、観測水面形の時系列データを再現するように、ダム貯水池内では粗度係数 $n=0.025(m^{-1/3}\cdot s)$ を与えた。上流河川については、粗度係数の値を水深が1m以下で水深の浅い時間帯では $n=0.06(m^{-1/3}\cdot s)$ とし、水深が大きくなるに従い時間的に粗度係数を小さく設定し、水位ピーク時 $n=0.04(m^{-1/3}\cdot s)$ を与えた。これは、図-3(a)に示すように、留萌ダム上流

キーワード 留萌ダム, 観測水面形時系列, ダム流入量

河川は縦横断的な変化に富んだ微地形や植生を有するため、水深の浅い時間帯では、これらの粗度要素が抵抗として大きく影響するためである。解析地形は、平成24年に計測された200m間隔の横断測量データを用いた。横断測量断面間の地形や河道線形については、図-3(b), (c)の5.4km周辺の平面図や等高線、航空写真を参考に、解析地形を作成した。

4. 解析結果と考察

図-4, 5はチバベリ川のダム貯水池およびダム上流河川の観測水面形と解析水面形の時系列を示す。チバベリ川の解析水面形は観測水位や痕跡水位をほぼ再現している。特に、5.4km周辺の湾曲部の線形を航空写真や地形図を用いて考慮することによって、5.4km上流部で水位がせき上がる特徴を解析水面形は説明している。このことから、横断測量間の河道線形を適切に評価することが重要であることが分かる。また、図-4において、チバベリ川とチバベリ左川の合流部では、チバベリ左川が合流することにより、上流河川の流量ピーク時において、貯水位よりもチバベリ川の水位がせき上がっていることが見られる。図-6, 図-7はチバベリ右川、チバベリ左川のダム貯水池およびダム上流河川の観測水面形と解析水面形の時系列を示す。それぞれの解析水面形は、チバベリ右川の2.4kmの痕跡水位を除き、観測値をほぼ再現出来ている。図-8は、解析結果から得られた各河川の解析流量と浮子観測流量の比較、各河川の解析の総流入量と現行法から求めたダム流入量、観測水面形を用いて算出した流入量の比較を示す。破線の観測水面形を用いた流入量 Q_{in} は、(1)式に基づき算出した。

$$Q_{in} = dS / dt + Q_{out} \quad (1)$$

ここで、 Q_{out} :実績の放流量(m^3/s)、 dt :水位観測間隔(1分間)、 $dS:dt$ (1分間)の貯留量の増分(m^3)であり、 dS は図-4~6に示す貯水池内の観測水面形時系列データを用いて算出した。図-8より、解析されたチバベリ川の流量は、流量ピーク付近で観測されたチバベリ川の浮子観測流量をほぼ説明している。しかし、各河川からの解析総流入量は、破線の観測水面形を用いた流入量や現行法から求まる流入量に比して、 $10 m^3/s$ 程ピーク流量は多く、波形は先鋭になっている。河道線形や地形が複雑で、急流である河川が複数流入する留萌ダムにおいて、各河川の観測水面形の時系列を用いた洪水解析により、ダム貯水池への流入量の見積りがかなりの精度で可能であることを示している。

5. まとめ

本論文では、複数の急流河川が流入する留萌ダム貯水池を対象とし、観測水面形の時間変化を用いた非定常平面二次元洪水解析法により平成25年9月洪水における各河川からの流入量を見積もった。複雑な河道線形や地形を有するダム上流河川の観測水面形の時間変化を解析によって再現するためには、横断測量断面間の河道線形や地形を適切に考慮した解析を行うことが必要であり、このようにして実行された洪水解析は、各河川からの流量や、ダム流入量の評価に有効であることが分かった。

参考文献 1) 塚本洋祐, 由井修二, 福岡捷二: 草木ダム貯水池の洪水流動を考慮した洪水流入量, 放流量の評価方法に関する研究, 河川技術論文集, 第22巻, pp.7-12, 2016.



図-4 チバベリ川水面形

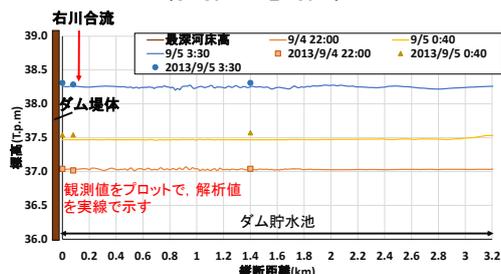


図-5 チバベリ川水面形 (0km~3.2km)

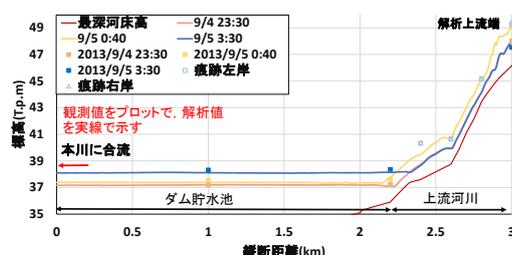


図-6 チバベリ右川水面形

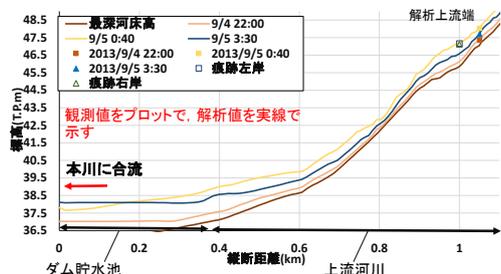


図-7 チバベリ左川水面形

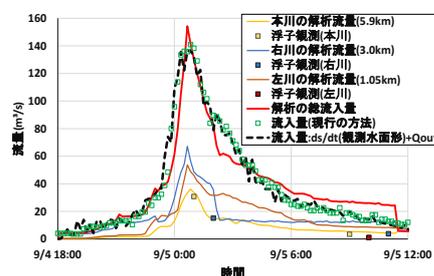


図-8 各河川からの流量とダムへの流入量ハイドログラフ