

洪水時における温井ダム貯水池内の流動の分析

中央大学大学院 学生会員 ○大野 純暉

国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所 阿部 智

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、堤体付近で測られた 1 点の水位時系列データから求まる貯留量(H-V 関係)とゲートの式から求まる放流量との連続関係から算出され管理されている。しかし、この手法では、貯水池内の流動に伴う水位・流量ハイドログラフの伝播や変形について考慮されていない。塚本ら¹⁾²⁾は草木ダムとその上下流河川において水面形時系列を観測し、これに基づいた洪水解析を行うことにより、ダム流入量や放流量を算定し、ダム貯水池内の流動を明らかにした。しかし、貯水池形状の異なるダムや規模の異なる洪水に対する検討は十分に行われていない。本研究では温井ダムとその上流河川において平成 27 年 8 月洪水を対象に観測水面形時系列データを再現できる解析モデルの構築を行う。そして、既往最大洪水である平成 17 年 9 月洪水と平成 27 年 8 月洪水について構築した解析モデルを適用し、貯水池内の流動の違いについて比較する。

2. 洪水概要・解析条件

平成 27 年洪水は、ダム流入量がピークで 260m³/s であったのに対し、平成 17 年洪水は流入量がピークで 580m³/s と約 2 倍の規模の洪水である。平成 27 年 8 月洪水では、図-1 に示すように黒滝観測所(6.3km)からダム堤体までの区間で縦断的に水位計が設置され計測されている。平成 17 年 9 月洪水では貯水位と黒滝観測所の水位が観測されている。解析法はダム貯水池内で鉛直方向流速が小さいと考えられるため、静水圧分布を仮定した内田・福岡の底面流速解析法³⁾を用いた。平成 27 年洪水については、上流端に黒滝観測所の水位ハイドログラフ、下流端にダム地点の観測水位ハイドログラフを与え、平成 17 年洪水は上流端に H-V 関係から求まる流入量、下流端にダム地点の観測水位ハイドログラフを境界条件として与えた。平成 27 年洪水の粗度係数は、観測水面形の時系列を再現するよう設定し、平成 17 年洪水では、平成 27 年 8 月洪水で決定した粗度係数を準用した。地形データは、平成 27 年 8 月洪水は平成 26 年、平成 17 年 9 月洪水は平成 17 年の横断測量データを解析に取り入れた。



図-1 平成 27 年 8 月洪水における水位観測状況

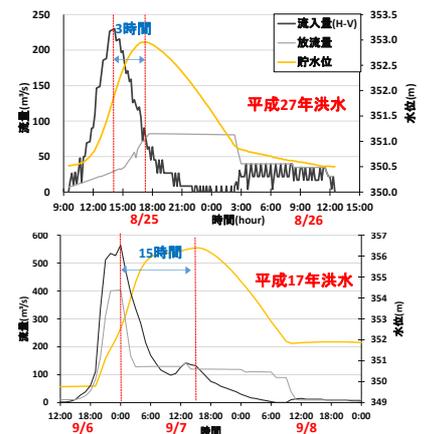


図-2 平成 27 年洪水と平成 17 年洪水の概要

3. 解析結果

図-2 は、平成 27 年洪水と平成 17 年洪水において、観測された水位と流量に遅れ時間が生じており、前者は 3 時間、後者は 15 時間であることを示す。図-3(a), (b) は平成 27 年洪水における観測水面形と解析水面形の比較を示す。

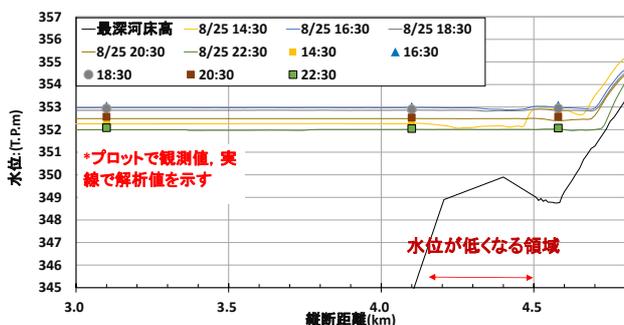


図-3(a) ダム貯水池内(4.8km~3.0km)の水面形の時系列(平成 27 年)

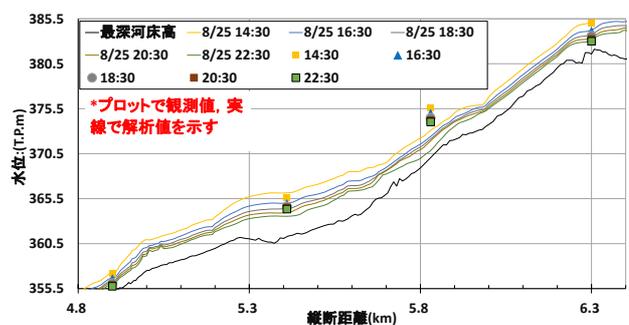


図-3(b) ダム上流河川(6.3km~4.8km)の水面形の時系列(平成 27 年)

キーワード ダム貯水池, 流量ハイドログラフ, 観測水面形, 遷移領域

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

す。5.83kmの水位計は零点高に問題があったため検討から除いている。図-3より解析水面形の時系列は観測水面形の時系列を再現している。図-4は、破線で平成27年洪水の観測水面形を用いたH-V関係から求まる流入量、実線は図-3の解析水面形から得られる流入量を示す。図-4より、解析流入量は、H-V関係から求まる流入量よりも若干大きく計算されている。

次に、貯水池内の流動について分析する。矢野ら⁴⁾は実験的検討から水位波形の変形に応じて湛水領域、遷移領域、上流領域の3領域に分類し、遷移領域は湛水領域と上流領域の間に位置し、湛水領域と上流領域の水位波形を有する領域として定義した。図-4より流量ピークは14:30であり、このときの図-3(a)の水面形において、4.1km~4.8kmは遷移領域となっている。4.1km~4.5kmでは堤体付近の水位に比べて水位が低くなっている。これは、ダム上流河川からの慣性力を持った流れが貯水池内へ流入することで大きな運動エネルギーが生じるためである。H-V関係では貯水池内の水位が水平であると仮定しており、遷移領域の水位低下について考慮されていない。ここでは、流量ピーク時において、堤体付近の水位に比べて遷移領域内の水位が低くなる領域に着目する。図-5は平成17年洪水におけるダム貯水池内の解析水面形を示す。図-3(a)と同様に水位が低下する領域では流量ピークである12時間後に貯水位よりも水位が低くなっている。平成17年洪水では平成27年洪水よりも遷移領域での水位と貯水位との差が大きくなっている。また、水位が低下する領域は2つの洪水においてほとんど変わらなかった。この要因は、水位が低下する領域において平成17年洪水と平成27年洪水は、流量規模や河床高が異なるが、流量ピーク時の貯水位がほぼ同様であったことから、水位が貯水位よりも低くなる区間は変わらなかったことが推測される。これらのことから、流量規模が約2倍異なっても、貯水位が同程度であれば水位が低下する領域の区間はほとんど変わらないことが分かった。

図-6は、平成27年洪水と平成17年洪水の解析流量ハイドログラフの比較を示す。図-6より、上流からの流量を低減させて貯留する時間(図-6中のt1)が平成17年洪水の方が長くなっている。そのため、図-2で示したように、平成17年洪水は平成27年洪水よりも水位と流量のピークの間に大きな遅れ時間が生じたものと考えられる。また、両洪水ともダム上流河川(5.4km~4.58km)ではほとんど波形を変えずに流下し、4.58kmより下流から波形が変形し始め、水深や川幅が大きく変化する2.1kmから1.2kmの区間では流量ハイドログラフが大きく低減されている。

4. まとめ

本研究では平成27年8月洪水と平成17年9月洪水において流量規模の違いによる貯水池内の流動の違いについて分析した。流量規模が大きくなることにより、遷移領域での水位低下が大きくなること、水位と流量のピークの遅れ時間に差が生じることを示した。また、洪水規模が約2倍異なっても、貯水位が同程度であれば湛水域はそれほど変化しないため、水位が低下する領域の発生位置は変わらないことが分かった。

参考文献

1) 塚本ら：河川技術論文集，第20巻，pp.247-252，2014。 2) 塚本ら：水工学論文集，第60巻，2016。 3) 内田ら：土木学会論文集B1(水工学)，Vol, 71, No.2, pp.43-62, 2015。 4) 矢野ら：京都大学防災研年報，8, pp.257-270, 1965。

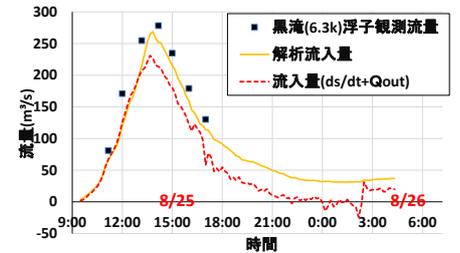


図-4 平成27年洪水におけるダム流入量ハイドログラフ

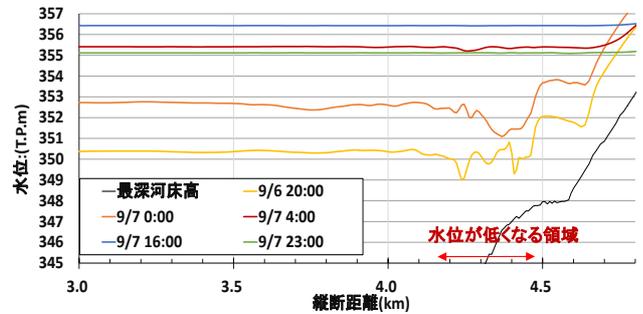


図-5 ダム上流河川(6.3km~4.8km)の水面形の時系列(平成17年)

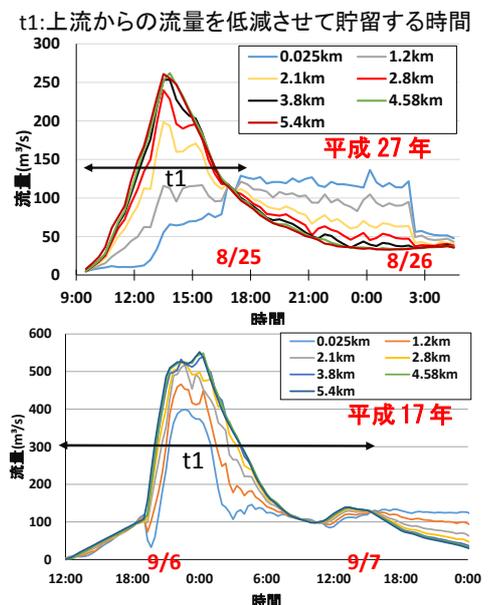


図-6 平成27年洪水と平成17年洪水の解析流量ハイドログラフの比較