

外水処理モデルを用いたポンプ排水を考慮した 六角川外水位と遊水地の洪水調節量の再現

九州工業大学工学部 学生会員 ○ 藤原 周平
九州工業大学大学院 正 会 員 重枝 未玲

九州工業大学大学院 フェロー会員 秋山 壽一郎
九州工業大学大学院 学 生 会 員 坂田 治義

1. はじめに

本研究は、降雨外力と河口の潮位を与条件とし、遊水地による洪水調節とポンプ排水を考慮した“外水処理モデル”(以下「本モデル」という)を新たに構築し、六角川水系の2009年7月および2012年7月出水時の外水位と牟田辺遊水地の洪水調節量について検討を加えたものである。

2. モデルの概要

本モデルの計算フローは、図-1に示すとおりである。なお、洪水調節については、遊水地のH-V関係に基づき、洪水調節流量 $Q_E(t)$ で遊水地に横越流させる(H-V解析)¹⁾を用い、ポンプ排水による内水排除についてはポンプ運転操作記録あるいは排水機場の施設規模を参考に推定した排水量 $Q_P(t)$ を河道に排水し評価した。

3. 解析対象領域の概要と解析条件

六角川(佐賀県)の中下流は内水被害が発生しやすい低平地で、流域内に計59箇所、総排水量約 $360\text{m}^3/\text{s}$ の排水機場が国、県等により整備(2014年8月時点)されている。同水系では2006年6月にポンプ運転調整方針が策定され²⁾、2009年7月出水時に牛津川で運転調整が行われた。また、牛津川流域において既往最高水位を記録した1990年7月出水で内外水被害が発生したことを受け、下流域の洪水被害軽減を目的とした牟田辺遊水地(1/100洪水対応)が2002年6月に完成している。

解析対象領域は、流出解析については図-2の左上に示した流域全体、洪水追跡については六角川では潮見橋水位観測所~河口、牛津川では浦町橋水位観測所~六角川合流地点である。解析対象洪水は2009年7月、2012年7月出水である。各出水時で48時間総雨量が最大となった雨量観測所のうち、2012年7月出水の河口堰雨量観測所の降雨ハイトグラフを図-2の右下に示す。

流出および洪水追跡の解析開始時刻は、2009年7月出水については、降雨ハイトグラフの一山目による浸水状況が不明であることなどの理由から、降雨ハイトグラフの二山目の2009年7月26日0:00とし、2012年7月出水については、2012年7月13日2:00とした。流出解析のモデルパラメータ値は、両出水時の実績降雨に対して図-2に示す各観測所地点の実績流量 $Q(t)$ 、実測外水位 $H(t)$ に関する感度解析を行い、各観測所地点の $Q(t)$ 、

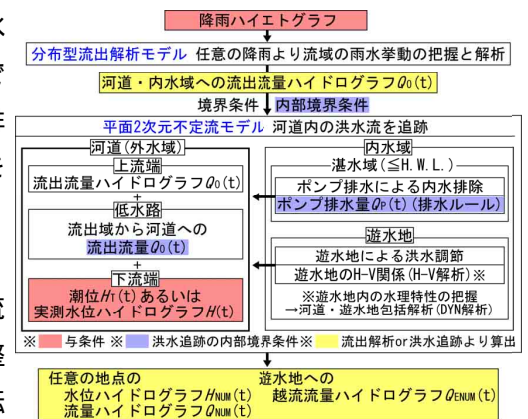


図-1 外水処理モデル計算フロー

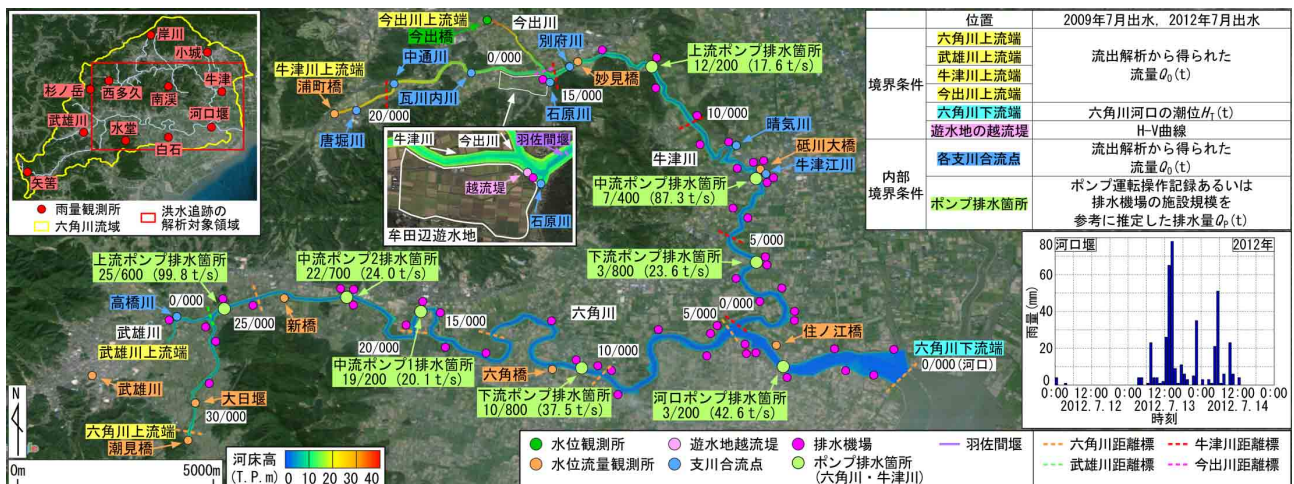


図-2 六角川流域の概要と解析対象領域および2012年7月出水降雨ハイトグラフ

$H(t)$ を再現できるように設定した。土層の飽和・不飽和状態については流出量に対する影響が大きい森林のみを考慮した。なお、流出解析のモデルパラメータは両出水で同一とした。洪水追跡では、図-2に示した境界条件をそれぞれ与えた。なお、牟田辺遊水地の越流堤裏法尻には図-3に示すH-V曲線を与えた。また、排水機場は各出水の発生時点での52ヶ所を対象とし、図-2に示すように排水箇所を上、中、下流に分け、各区分の代表箇所からまとめて河道に排水させた。

4. 結果と考察

流出解析結果の一例として、図-4に2012年7月出水時の浦町橋水位観測所の流出流量ハイドログラフ $Q_0(t)$ を黒線で、実績流量 $Q(t)$ を●で示す。これより、ピーク流量を含め $Q(t)$ が良好に再現されていることがわかる。

以下では、各出水における実測外水位 $H(t)$ 、遊水地の越流流量 $Q_E(t)$ ²⁾に基づき、本解析より得られた外水位 $H_{NUM}(t)$ 、越流流量 $Q_{ENUM}(t)$ の再現性の検証と誤差の要因について考察する。

図-5は2012年7月、図-6は2009年7月出水時の六角川、牛津川の各水位観測所の $H(t)$ と $H_{NUM}(t)$ との比較結果の一例を示したものである。これからわかるように、両出水の $H(t)$ の全体的な傾向が良好に再現されている。2012年7月出水については、図-5の砥川大橋地点の16:00~20:00で $H_{NUM}(t)$ がやや過大評価されている。これはポンプ運転操作記録²⁾が不明な排水機場があることによる。2009年7月出水については、図-6の新橋地点の下降期の $H_{NUM}(t)$ がやや過小評価されている。これは、六角川上流に存在するダムの貯留量や放流量等が不明なために、六角川上流端の流量 $Q_0(t)$ が必ずしも適正に評価されていないためと推察される。

図-7は2012年7月出水の本モデルによる越流堤地点(牛津川15/200)の外水位 $H_{NUM}(t)$ 、越流流量のハイドログラフ $Q_{ENUM}(t)$ 、貯留関数法による外水位 $H_S(t)$ 、越流流量のハイドログラフ $Q_S(t)$ およびH-V曲線による外水位 $H_{H-V}(t)$ 、越流流量のハイドログラフ $Q_{H-V}(t)$ を、図-8はそれぞれ2009年7月出水の $H_{NUM}(t)$ 、 $Q_{ENUM}(t)$ および $H_S(t)$ 、 $Q_S(t)$ を示したものである。2012年7月出水では本解析の $H_{NUM}(t)$ 、 $Q_{ENUM}(t)$ のいずれもピーク値も含めて、 $H_S(t)$ 、 $Q_S(t)$ および $H_{H-V}(t)$ 、 $Q_{H-V}(t)$ と良好に一致している。図-7の水位ハイドログラフの上昇期で $H_{NUM}(t)$ がやや過小評価されているのは、今出川や瓦川内川に位置するダムの放流量や操作が不明なために、牛津川上流の各支川の流量 $Q_0(t)$ が必ずしも適正に評価されていない可能性があるためである。また、図-7の越流流量ハイドログラフの上昇期で $Q_{ENUM}(t)$ が過小評価されているのは、 $Q_E(t)$ には $H(t)$ の影響が強く表れることから、前述した $H_{NUM}(t)$ の上昇期の評価によると推察される。2009年7月出水では、図-8の水位ハイドログラフの4:00~7:00と17:00~20:00の $H_{NUM}(t)$ が過大評価されている。これは牛津川14/800地点の可動堰の操作が関係している可能性が考えられる。

5. まとめ

流域を対象とし任意の降雨外力と本川下流端水位(潮位)を所与の条件として、遊水地による洪水調節と内水域のポンプ排水を取り扱える“外水処理モデル”を構築し、本モデルが六角川で発生した2009年7月および2012年7月出水時の流域各所の外水位のみならず、数値解析では困難とされている河道から遊水地への横越流による洪水調節量を適正に再現できることを示した。

参考文献：1) 秋山ら：洪水調節とポンプ排水を考慮した外水処理モデルの六角川流域への適用，土木学会論文集B1(水工学)，Vol.72，2016(掲載予定) 2) 国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所提供資料，1993-2012。

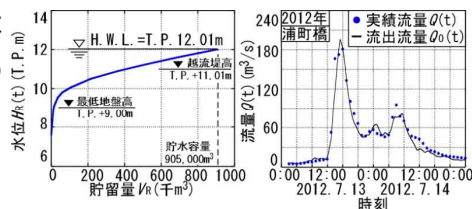


図-3 H-V曲線

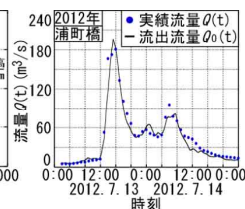


図-4 流量ハイドログラフ

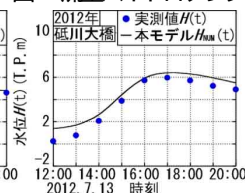
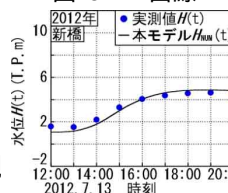


図-5 水位ハイドログラフ(左:新橋,右:砥川大橋)

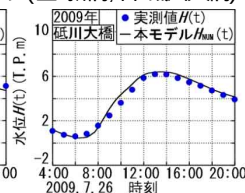
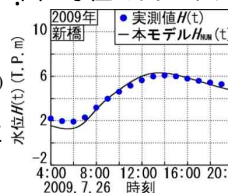


図-6 水位ハイドログラフ(左:新橋,右:砥川大橋)

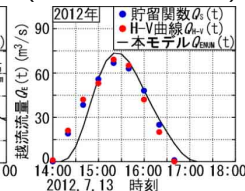
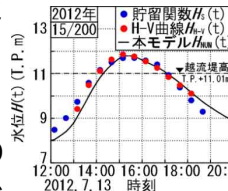


図-7 ハイドログラフ(左:水位,右:越流流量)

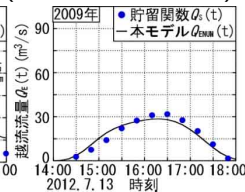
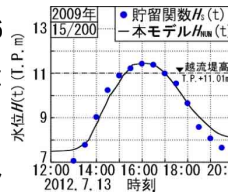


図-8 ハイドログラフ(左:水位,右:越流流量)