

筑後川中流の斜め堰である山田堰が持つ治水機能の検証のための
2次元数値水理解析
2D Hydraulic Analysis to Verify the Flood Control Function of Yamadazeki
Barrage: An Oblique Weir in the Middle Reaches of the Chikugo River

田畑俊範*, 樋爪大輔**, 原田昌佳*, 尾崎彰則***

Toshinori Tabata, Daisuke Hizume, Masayoshi Harada and Akinori Ozaki

1. はじめに 福岡県朝倉市に位置する山田堰は筑後川中流部の取水堰であり、1790年の完成以来現在も機能し続けている。この堰は「土木学会推奨土木遺産」(2012年)、ICIDの「世界かんがい施設遺産」(2014年)に登録されるなど、その構造が高く評価されている。また近年、国際NGO「ペシャワール会」がアフガニスタンで灌漑復興事業を実施する際、その要となる取水堰は山田堰をモデルとして建設され、2019年までに約1万6000haの農地、60万人分の安定灌漑を達成した。山田堰の最大の特徴は、水流に対して堰体を斜めに設置する「斜め堰」と呼ばれる構造を持つことである。この斜め堰は一般的に「洪水時の水位低減」、「取水効率の向上」という治水・利水両面での利点を有することが知られている。かつては国内の取水堰の多くがこの斜め堰であったと言われているが、現在新たに建設される堰はほとんどが直角堰となっている。本研究では、今後の更なる途上国での適用への寄与、そして現在はその数を減らしている斜め堰の有用性を再確認することを目的とし、現存する数少ない斜め堰である山田堰を対象に、平面2次元浅水流モデルによる数値水理解析を行った。さらに、直角堰と比較した際の洪水時の水位変化を比較することで斜め堰の治水機能を検証した。

2. 解析手法 山田堰の南部には千年分水路が存在し、同分水路は筑後川本川に比べ標高が高く、増水時のみ水が流れ本川の洪水量を低下させる。そのため洪水解析では、この分水路を計算対象に含めることが必須である。そこで本研究では、Fig.1に示す領域を計算対象とした。2020年航空レーザ測量による3次元点群データを用い、線形補完により10mメッシュの標高データを作成した。解析には平面2次元浅水流モデルを用い、連続の式から水位、Reynoldsの運動方程式から流速を算出した。境界条件として、下流端にはFig.1に示す恵蘇ノ宿観測所における10分間隔の観測水位を、上流端には同観測所でのH-Q曲線を用い計算した10分間隔の流量を設定した。本研究では2020/07/06~2020/07/12(7日間)と2023/06/29~2023/07/13(15日間)の2つの期間に発生した洪水(以後2020年洪水、2023年洪水)を対象に非定常解析を行った。



Fig.1 解析対象領域(南北1092m×東西2621m)

*九州大学大学院農学研究院/Faculty of Agriculture, Kyushu University **株式会社建設技術研究所/CTI Engineering Co., Ltd. ***九州大学 熱帯農学研究中心/Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University

キーワード: 水利構造物, 数値流体力学, 筑後川, 山田堰, 取水堰

3. 結果と考察 2020年洪水のピーク時

(07/08 02:40; 設定流量 $6381.54 \text{ m}^3/\text{s}$) の水深分布を Fig.2 に示す. 水位の再現性の評価として, Fig.2 に示す水位観測所 (観測所名: 右 53k400) における観測水位と計算水位を比較した. なお, この観測所では節電のため観測開始水位 (EL=27.55 m) を超えた時点のみ計測を行っている. 2020年洪水時の観測水位と計算水位の比較を Fig.3 に示すが, 両者は高精度で一致した. 二乗平均平方根誤差 (RMSE) は, 2020年洪水が 0.18 m, 2023年洪水が 0.14 m であり, 良好な再現性を有している. そこで, 斜め堰による洪水時の水位低減効果の検証のため, Fig.4 に示す仮想の直角堰を設置した際の解析を行い, 現況と比較した. 比較結果として, 2020年洪水時の右 53k400 観測所における斜め堰と直角堰の水位変化を Fig.5 に示す. 直角堰を設置した計算では, 斜め堰を設置した計算と比べて全ての時間で水位が高くなった. その平均水位差は両洪水ともに約 0.66 m であった. Fig.5 の橙線で示した氾濫開始水位 (堤防天端高; EL=29.3 m) の超過時間を斜め堰と直角堰でそれぞれ求めると, 2020年洪水では約 16 時間と 36 時間, 2023年洪水では約 6 時間と 26 時間であり, 直角堰では超過時間が倍以上となった. この結果から, 堰上流部では, 斜め堰の構造によって洪水時の氾濫の規模・時間が大きく低減されていることが示された.

5. おわりに 本研究では, 筑後川にある斜め堰である山田堰の治水機能検証のため, 洪水解析を行った. その結果, 同堰の洪水時における水位低減効果について考察することができた. 今後は, 斜め堰が有するもう一つの機能である, 平水時の取水効率の向上についての検証など, 更なる研究が求められる.

謝辞 筑後川河川事務所には, 3次元点群データおよび水位観測データを提供いただきました. 記して謝意を表します.

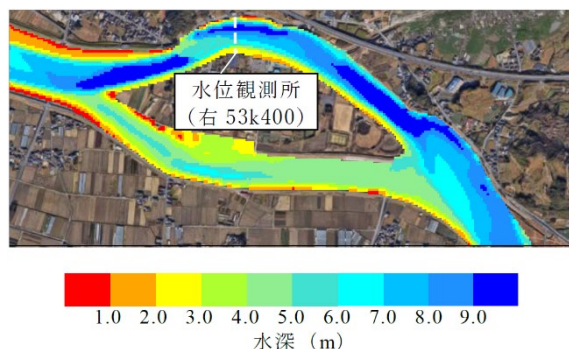


Fig.2 洪水ピーク時 (07/08 02:40) の水深分布

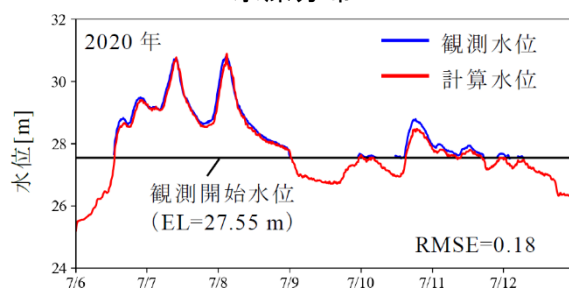


Fig.3 2020年洪水の右 53k400 観測所における観測水位と計算水位の比較

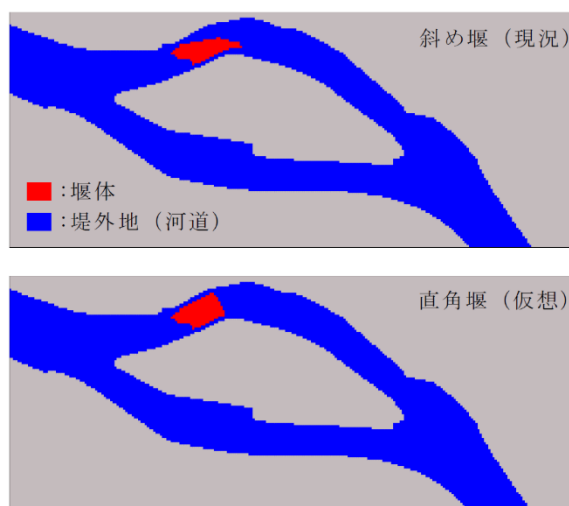


Fig.4 現況の斜め堰 (上) と仮想の直角堰 (下) の配置

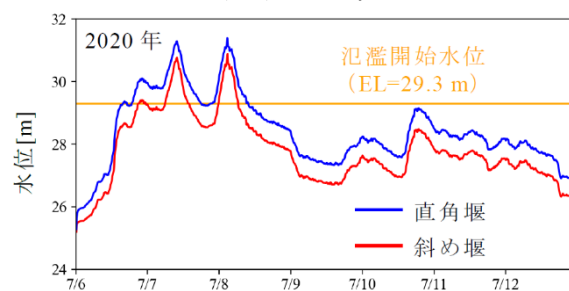


Fig.5 斜め堰と直角堰を設置した際の右 53k400 での水位比較 (2020年洪水)