

複断面蛇行流れの堤防越流時における流れ構造に関する研究

前橋工科大学 学生会員 ○ 剛谷 穂花
前橋工科大学 正会員 平川 隆一

1. 研究背景および目的

令和2年7月豪雨によって球磨川流域に大規模な浸水被害が発生した。全国での人的被害合計163人、住宅被害合計16599棟と甚大な被害を及ぼした¹⁾。被害の大きかった球磨村渡地区茶屋集落付近には、図1にみられるような堤防があり、この被害状況から、大きな流速を持つ流れが低水路から高水敷に乗り上げて直線上に流れたと考えられる²⁾。日本の地形において複断面河道は治水・利水の点で有用であるため、日本の多くの河川で用いられており、多くの研究が行われている。しかし、堤防越流時の高水敷上な流れ構造に着目した研究はあまり見られない。

そこで本研究では、出水時の複断面蛇行流において、堤防の有無による、高水敷にも着目した流れ構造の変化を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

令和2年7月九州豪雨災害で被害の大きかった、大柿集落、今村・地毛集落、茶屋集落の蛇行度はそれぞれ約1.61, 1.26, 1.20である³⁾。また、この区間の河床勾配は1/300~1/1000である。今回はこれらの集落のうち茶屋集落の形状に着目し、実験を行う。実験は1波長90cmの蛇行を2.5波長分設け、後半の1波長を計測区間とする。また、水理条件を表1に、水路形状および座標軸を図2、図3に示す。

計測にはPIVを用いる。水路に厚さ約2mmのレーザーシートを照射し、ハイスピードカメラを使用し、250fpsで15秒間撮影した。カメラの有効画素は1280×1024pixelである。

3. 実験結果および考察

実験結果を図4および図5に示す。図4は堤防なし、図5は堤防ありの状態である。図4より、流速ベクトルに着目すると、堤防がない場合の $z=55\text{mm}$ では、流れは1/4波長付近となる $x=22, y=22$ で高水敷に大きく乗り上げる流れがみられた。また、 $x=15, y=30$ を見ると、1/4波長となる位置で流れは高水敷から低水路に流

キーワード 複断面, 蛇行, 流れ構造



図1 被害状況(熊本県資料に加筆)

表1 水理条件

流量(l/s)	4
断面平均流速(cm/s)	16
水路長(m)	15
蛇行長(m)	2.947
蛇行度	1.31
高水敷高さ(cm)	5
相対水深(cm)	0.375
低水路幅(cm)	14
水路勾配	1/500

入している。低水路内では流入した流れの影響を受けて右岸側に流れ方向が変化し、流速も増加し、高水敷に乗り上げたと考えられる。最大曲率部となる $x=10, y=0$ では、流れは低水路に沿わず、直線的に流下していた。鉛直方向流速 W に着目すると、高水敷から低水路に流入する際だけでなく、低水路から高水敷に乗り上げる際も下降流となった。 $z=70\text{mm}$ でも $z=55\text{mm}$ と流速ベクトルは同じような動きを取った。しかし、鉛直方向の流速は高水敷に乗り上げる際、低水路と高水敷の境界面を挟んで、低水路内で上昇流、高水敷上で下降流となった。高水敷から低水路に流入する際は、 $z=55\text{mm}$ と同様であった。

図5より、流速ベクトルに着目すると、堤防がある場合での $z=55\text{mm}$ では、 $x=30, y=30$ 付近で高水敷に乗

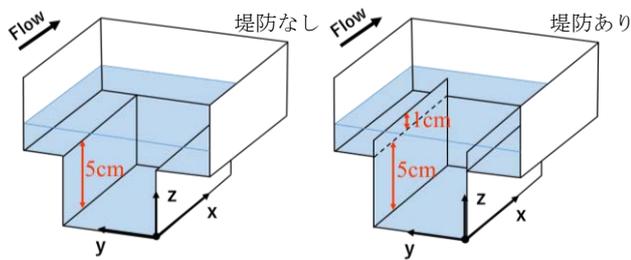


図2 実験水路の断面形状

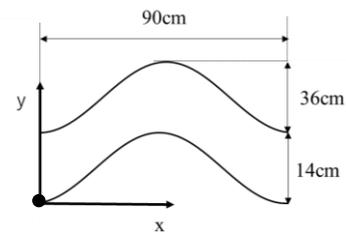


図3 計測区間の座標軸

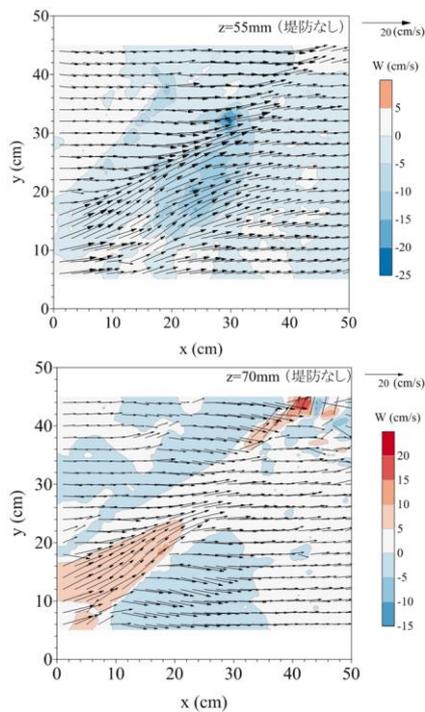


図4 堤防なしの流速分布

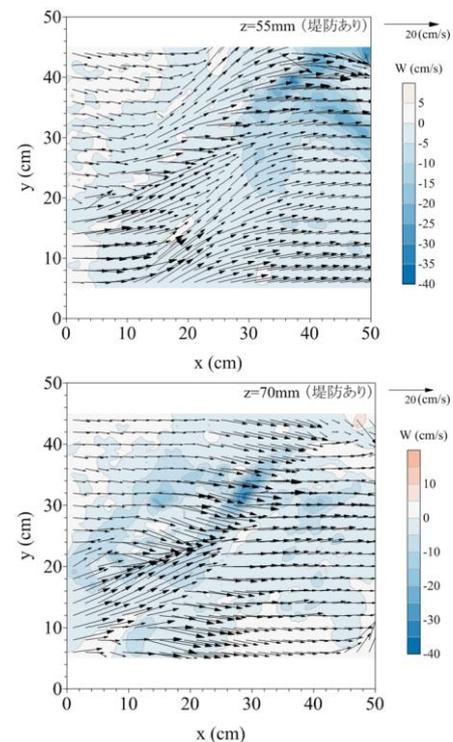


図5 堤防ありの流速分布

り上げる流れがみられた。高水敷に乗り上げてからは高水敷上を堤防に沿って広がるように流下していた。また、 $x=10$, $y=20$ 付近で流れが高水敷から低水路に流入している。高水敷上でも低水路でも堤防に流れに沿っているのが見られた。また、流速は最大曲率部の右岸側で大きな値をとった。鉛直方向の流速は $x=40$, $y=40$ 付近で下降流となった。 $z=70\text{mm}$ を見ると、高水敷から低水路へ流れは広い範囲で流入していることがわかる。最大曲率部と蛇行部前半の低水路内は堤防の影響を受ける動きをする。全体的には直線的に流下していく。

堤防の有無に着目すると、流速ベクトルは $z=55\text{mm}$ では堤防の影響を大きく受け、流れが蛇行に沿ったことがわかる。高水敷から低水路へ流入、低水路から高水敷へ流出する位置も堤防ありの方が流下方向に $1/8$ 波長分程ずれていた。また、流速が大きくなる位置が

変化していた。鉛直方向流速ベクトルに着目すると下降流の位置は流下方向に移動した。 $z=70\text{mm}$ の場合も $z=55\text{mm}$ の場合と同様に流出、流入の位置は流下方向に変化した。また、堤防なしより堤防ありの方が、高水敷から低水路に流入する流れが強くなり、低水路内で流入した流れの影響を大きく受けた。

4. まとめ

本研究では、水深の違いや堤防の有無による流れ構造の変化を明らかにすることが出来た。

参考文献

- 1) 大本 照憲：災害の概要，令和2年7月九州豪雨災害の総合調査・研究報告書，2章，pp.8-11，2021。
- 2) 熊本県：令和2年7月豪雨に係る「くまもと復興・復興有識者会議」，会議資料，令和2年8月30日。
- 3) 平川 隆一：球磨村渡地区における洪水氾濫特性，令和2年7月豪雨災害の調査報告書，3.6，pp.83-90，2021。