

蛇行河川における連鎖的な決壊による氾濫流の戻り流れが 河道内流況に与える基礎的実験

宇都宮大学 学生会員 ○浅沼 信也
 宇都宮大学 正会員 飯村 耕介
 宇都宮大学 正会員 池田 裕一
 宇都宮大学 学生会員 杉山 健斗

1. はじめに

令和元年東日本台風は伊豆半島に上陸後、関東地方を通過し、東日本の広い範囲において大雨、暴風、高波、高潮をもたらした。この豪雨により、栃木県においても河川の氾濫をはじめとし、多くの被害が生じた。県管理河川においては13河川の27か所で決壊が発生し、ひとつの河川の複数箇所で決壊が生じていた。その中でもいくつかの地点で連鎖的に決壊が発生していると見られるものもあったり。

逆越流を伴う連鎖的な決壊現象に関しては2016年8月北海道豪雨における空知川での既往研究²⁾があり、道路などの市街地構造や旧流路による検証が行われている。一方で栃木県における河川被害では堤内地の氾濫流が河道に戻された後もさらに決壊が生じた箇所があり、このような現象に対して、氾濫流の戻り流れが下流側の流況に与える影響についてはまだ明らかにされていない。

本研究では、氾濫流の戻り流れが河道内の流況にどのような影響を与えるのかを明らかにすることを目的とし、水理模型実験により検討する。

2. 実験水路概要

実験水路は、令和元年東日本台風において連鎖的な決壊が発生したとみられる那珂川水系荒川を参考にした蛇行河川形状を再現し、計測範囲の上流側と

下流側の堤防を、破堤を想定して取り除き、堤内地の氾濫流と、その氾濫流が河道へ戻る流れを再現して実験を行った。

本研究は横断方向幅50cm、流下方向長さ800cmの開水路を用いて実験を実施した。蛇行河川における河道形状は、sine-generated curveの式を用いて決定した。本実験においては、ひとつの河川において複数箇所で決壊が生じた県内の中小河川を参考に、蛇行度 S が1.5、1.35、1.2となるように3ケースを設定した。横断方向の蛇行幅は被災した荒川が段丘崖に挟まれた地形形状をしているため開水路幅と同じ50cmとし、蛇行河道幅は15cmとした。河床勾配は1/200とし、河道と堤内地の比高差は2cmとして、堤内地においてはモルタルの打設により高さを上げている。蛇行河道や開水路などの模型は透明の塩ビ板を用いて作成した。図-1に蛇行度1.5を例として、作成した水路模型の全体図を示す。

3. 実験方法

実験では縮尺約1/100を想定して水深と流量を決定した。流量は5000cm³/sとして上流側の蛇行河道に与えている。決壊地点については図-2に示す蛇行河道の下流から3波長目に与える。図中の青矢印の範囲が上流側の決壊範囲、赤矢印の範囲が下流側の決壊範囲をそれぞれ示す。上流側の決壊については

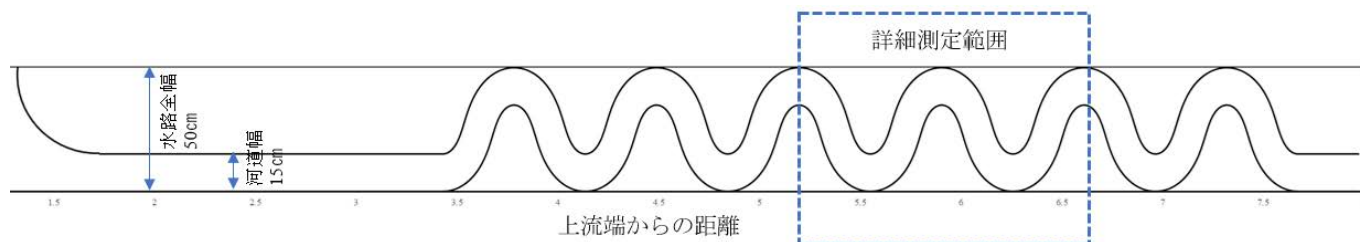


図-1 実験水路の全体図 (蛇行度 1.5)

キーワード 蛇行河川, 破堤, 逆越流, 氾濫流

連絡先 〒321-0912 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学 TEL : 028-689-6214 E-mail : r199302@cc.utsunomiya-u.ac.jp

下流から 3 波長目の上流端の頂部から 1/8 波長進んだ位置を始点として破堤長を変えながら 3 ケース設定した。下流側の戻り流れ地点における決壊については、下流から 2 波長目の上流端の頂部から 1/8 波長分だけ上流に戻った地点を終点として破堤長を 15 cm として設定した。実験ケースの詳細を表-1 に示す。

表-1 実験ケース一覧

| No. | 蛇行度 S | 上流側 | | 下流側 | |
|-----|---------|------|----------|------|----------|
| | | 破堤有無 | 破堤長 (cm) | 破堤有無 | 破堤長 (cm) |
| 01 | 1.5 | 無 | | 無 | |
| 02 | 1.5 | 有 | 7.5 | 有 | 15 |
| 03 | 1.5 | 有 | 15 | 有 | 15 |
| 04 | 1.5 | 有 | 22.5 | 有 | 15 |
| 05 | 1.35 | 無 | | 無 | |
| 06 | 1.35 | 有 | 15 | 有 | 15 |
| 07 | 1.2 | 無 | | 無 | |
| 08 | 1.2 | 有 | 15 | 有 | 15 |

4. 実験結果

いずれの地点においても決壊をさせずに、蛇行河道内の流れの確認を対象とした Case No.01 の流速ベクトルの結果を図-3 に示す。内岸側で流速が大きく、逆に外岸側で流速が小さくなること、また詳細測定範囲である下流側から 3 波長目を中心として前後の流れを比較すると、流速ベクトルの変化の様子から安定した蛇行流れが再現できていることが確認できた。したがって、この下流側から 3 波長目において決壊を再現して外水氾濫を発生させ、戻り流れの様子を検討することとした。

蛇行度を 1.5 として、下流端から 3 波長目の上流・下流の両端部を決壊させた Case No.02 における水深の結果を図-4 に示す。上流側の決壊地点から氾濫流が堤内地側へ流入することにより、その決壊地点より下流側の蛇行河道内水深の低下が見られた。破堤を再現しない Case No.01 における水深と比較して上流側決壊口付近では、約 0.7 cm の水深低下がみられた。氾濫流が戻る流れと河道内本流の合流点付近においては、下流から 3 波長目下流部の他の点と比較して約 0.5 cm の水深の増加がみられた。破堤後の下流から 3 波長目下流部以降の全体でみると、堤内地に氾濫流が流れ込んでいるため全体的に水深の低下がみられ、下流から 3 波長目の下流端頂部においては約 0.5 cm の水深低下がみられた。また、堤内地においては 2 cm のかさ上げを行っているが、これを考慮した際の水面の高さとしては、上流側決壊部では堤内地水位が約 0.3 cm 低く、下流側決壊部では堤内地水位が約 0.07 cm 低い結果となった。

参考文献

- 1) 飯村耕介, 池田裕一: 令和元年東日本台風による那珂川水系荒川の決壊事例とその考察, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.76, No.1, pp.346-351, 2020.
- 2) 石田義明, 久加朋子, 清水康行: 2016 年北海道豪

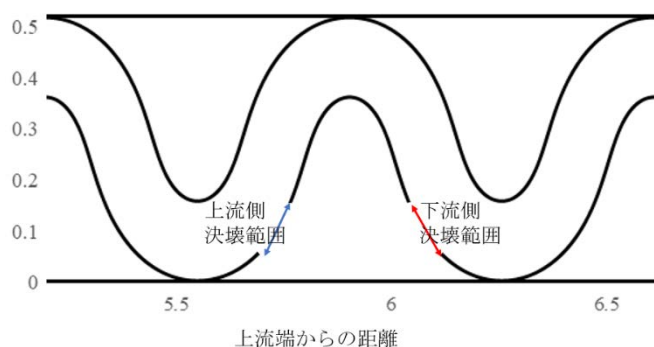


図-2 詳細測定範囲と決壊地点 (蛇行度 1.5)

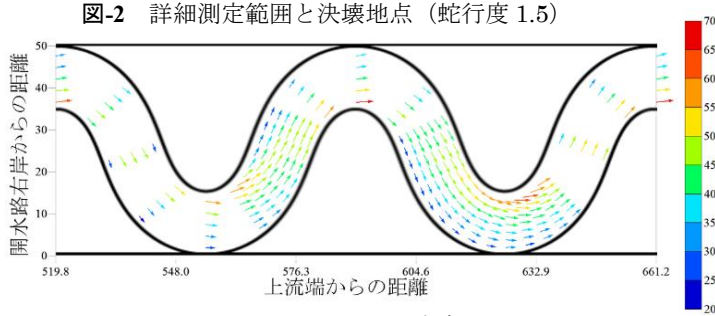


図-3 Case No.01 における流速ベクトル

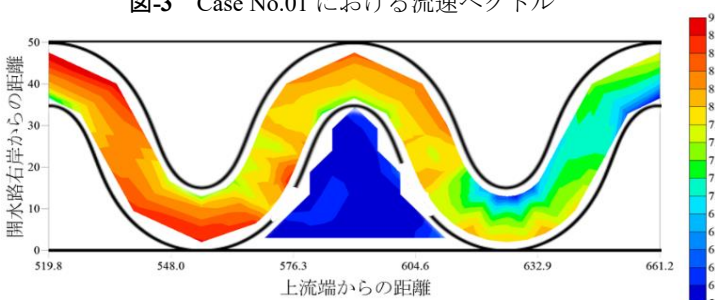


図-4 Case No.02 における水深コンター

雨における空知川幾寅地区の氾濫被害に関する調査及び要因検証, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.73, No.4, pp.I_1429-I_1434, 2017.

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 21K04268 および令和 4 年度宇都宮大学地域デザイン科学部異分野融合研究助成の助成を受けて実施されました。ここに記して謝意を示します。