

河川横断構造物下流の湾曲部における河岸侵食箇所の流れ場の解析

広島大学 学生会員 ○富山 遼, 正会員 内田 龍彦, 正会員 井上卓也, 正会員 嶋野 美佐子
学生会員 小林 大祐, 学生会員 永井秀和, 学生会員 松尾 大地

1. 研究背景と目的

令和3年7月大雨では、西日本を中心として河川付近での氾濫、河岸侵食などの甚大な洪水被害が発生した。広島県三原市を流れる沼田川水系仏通寺川では、堰下流での河岸侵食被害が数か所確認された。このように河川構造物やその下流で発生する被災は近年多数発生しており、被災メカニズムを把握することは河川管理上重要である。本研究では、令和3年7月大雨による仏通寺川において、被害箇所を対象とした準三次元洪水流解析及び、三次元氾濫流解析を行い、横断構造物下流湾曲部の河岸侵食箇所の流況を明らかにすることを目的とする。

2. 仏通寺川での河岸侵食被害現地調査結果

令和3年7月大雨によって仏通寺川では図-1に示す4地点で河岸侵食、土砂吸出しによる空洞化被害が確認されており、いずれも横断構造物下流である。写真-1は本郷水位観測所より2.6km地点での堰下流での河岸侵食被害の様子である。この地点では河道は湾曲しており、右岸側で縦断方向に約27m護岸が崩壊した河岸侵食被害が確認された。本研究ではここに着目する。

3. 解析方法

数値解析により仏通寺川の河岸侵食被害箇所の流況の解析方法に、浅水流の仮定を用いたSBVC法(Shallow Bottom Velocity Computation)¹⁾による準三次元解析とOpenFOAMにおけるinterFoamソルバを用いた三次元解析の2通りでの手法で計算を行った。SBVC法では本郷水位計観測所を基準として1.8k~4.8k地点の約3kmを解析区間とする。上流端の流量ハイドログラフはRRI(Rainfall-Runoff-Inundation)モデル²⁾を用いて算出した。解析期間は令和3年7月8日4時から7月8日12時までとした。三次元解析法ではピーク流量時における河岸侵食被害箇所の流れについて再現計算を行った。

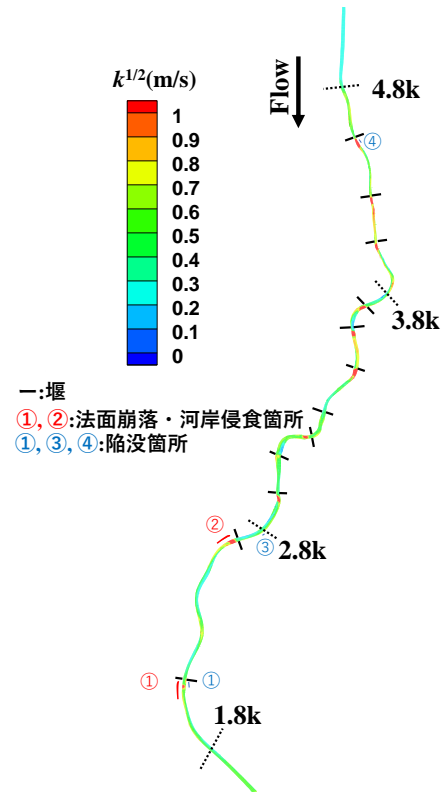


図-1 被災箇所と乱れエネルギー k の平面分布



写真-1 2.6k地点での被害箇所②

キーワード 河岸侵食, 令和3年7月大雨, 河川横断構造物, SBVC法, OpenFOAM

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1 広島大学大学院先進理工系科学研究科 TEL082-424-7821

4. 解析結果

SBVC 法によって算出した乱れエネルギー k の最大値の平面分布を図-1に示している。乱れエネルギーは河岸侵食危険度の指標として考えられている³⁾。河岸侵食被害が発生した箇所と乱れエネルギーが大きい箇所は一致しており、その他の乱れエネルギーが大きい箇所では堰下流に位置している。今回の河岸侵食被害が全て堰下流で発生したことを踏まえると、仏通寺川のような中小河川では横断構造物は大きな乱れを流れ場にもたらし、洗堀、吸出しによる河岸侵食を引き起こす要因となり得る。図-2に写真-1で示した湾曲部での被害箇所を対象とした準三次元解析結果、図-3、図-4に三次元解析結果を示す。図-2では二次流方向の底面と水面の流速差を二次流強度とし、その平面分布図を示す。二次流が右回りの時は正の値を示し、左回りの時は負の値を示す。被害箇所では右回りの強い二次流が発生しており、縦断方向に伸びている。図-3の section A での横断面流速分布でも二次流の発達が見られ、外岸沿いに向かって被害箇所では洗堀が発生していると考えられる。図-4では被害箇所における水表面流速分布を示しており、ピーク流量時には堰下流で波状跳水が発生しており、水表面流速が外岸沿いに集中している。このことから、堰を越流する高水流によって生産された強い横断方向渦度によって、下流の湾曲部における二次流が強化され、外岸沿いの水表面流速を増加させ、縦断的に大きい河岸侵食被害を引き起こしたと考えられる。また、堰下流で強化された二次流によって、図-1に示す乱れエネルギーが湾曲部のない堰下流部よりも大きくなっている点から、堰下流の湾曲部で外岸沿いの河岸侵食被害が大きくなると考えられる。

5. 結論

本研究では令和3年7月大雨により仏通寺川で被害の発生した箇所を調査し、横断構造物下流で河道が湾曲している被害箇所に着目し、数値解析による流れの再現計算を行った。河川横断構造物の下流では河岸侵食被害の危険度は高いが、下流が湾曲している場合は、強い二次流が発展しやすく、河岸侵食危険度がさらに大きくなる可能性があることを示した。

参考文献

1) 内田龍彦, 福岡捷二: 底面流速解法による連続す

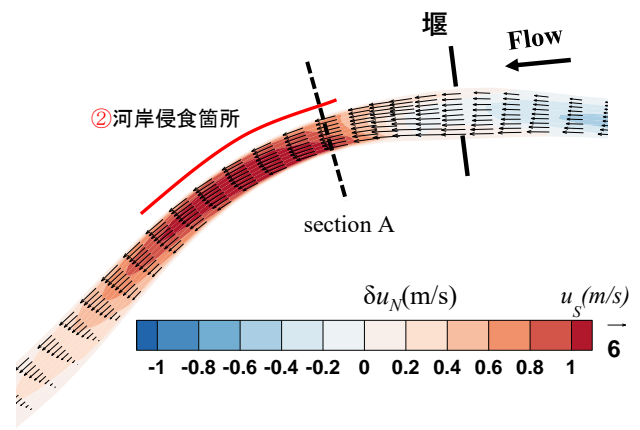


図-2 被害箇所(2.6k 地点)付近での二次流強度平面分布

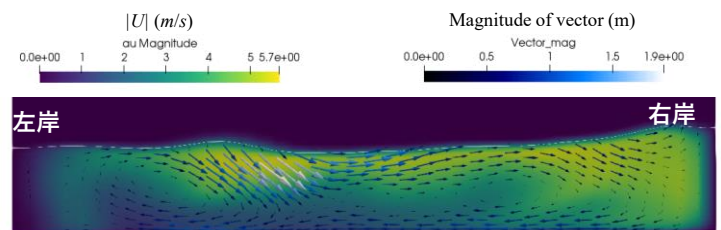


図-3 section A での横断面流速分布

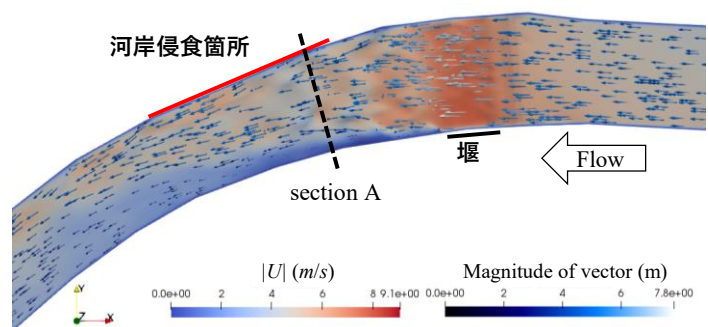


図-4 被害箇所(2.6k 地点)付近における水表面流速分布

る水没水制群を有する流れと河床変動の解析, 土木学会論文集B1(水工学)Vol. 67, No.1, pp.16-29, 2011.

- 2) 佐山敬洋, 建部祐哉, 藤岡奨, 牛山朋来, 萬谷敦啓, 田中茂信: 2011年タイ洪水を対象にした緊急対応の降雨流出氾濫予測, 土木学会論文集B1(水工学)Vol.69, No.1, pp. 14-29, 2013.
- 3) 八木郁哉, 内田龍彦, 河原能久: 大規模洪水時における河岸侵食危険個所の検出法, 河川技術論文集Vol.23, pp. 729-734, 2019.