

## 一般共同研究（課題番号：2019G-05）

課題名：内外水一体型雨水管理技術の開発による集中豪雨災害の軽減に関する研究

研究代表者：張 浩

所属機関名：高知大学

所内担当者名：川池 健司

研究期間：平成 31 年 4 月 1 日 ～ 令和 3 年 3 月 31 日

研究場所：京都大学 宇治川オープンラボラトリー，高知市国分川流域・初月排水区

共同研究参加者数：10 名（所外 8 名，所内 2 名）

・大学院生の参加状況：1 名（修士 1 名，博士 名）（内数）

・大学院生の参加形態 [ 数値解析 ]

研究及び教育への波及効果について

低コスト・省エネ河川・下水道流況観測システムの構築技術の実用化，下水道マンホール周辺における水理現象の解明および雨水経路を忠実に再現できる高精度氾濫モデルの開発によって，より効率的な豪雨防災減災が期待される。多くの学生が本研究に参加し，現地観測と室内実験技術を身に付けることができた。また，研究成果は学術論文と学会発表だけでなく，修士論文 1 本，卒業論文 2 本としてまとめられ，学生教育に大いに貢献できた。

研究報告

### (1) 目的・趣旨

本研究では，京都大学防災研究所の実験施設と豪雨災害の多い高知市の現場を生かし，現地調査，室内実験，数値解析を通して，豪雨時における都市の排水機構を解明し，流域全体の排水能力の評価と向上させる技術を開発する。それを踏まえて，河川・下水道を一体的に取り扱った雨水管理によって都市水害への対処法を構築する。

### (2) 研究経過の概要

高知市久万川・紅水川流域と初月排水区をモデル地区とし，同一の降雨イベントにおいて代表的な下水道マンホール内の水位と放流先である紅水川の水位を同時に観測するとともに，防災施設の運営管理方法の効果を検証するため，流域内の排水ポンプの操作実績データを収集した。室内実験では，京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーの内水氾濫実験装置を用いて，管渠内流れの変化がマンホール内の局所流構造に与える影響，マンホール部の局所エネルギー損失と定式化，マンホール蓋が管渠流れに与える影響等に関する基礎水理実験を行った。現地観測と室内実験の結果を踏まえ，氾濫解析モデルの高度化を図り，豪雨時における降雨の経路を細かく考慮した地上・地下一体型数値解析モデルを構築した。

### (3) 研究成果の概要

研究対象区域における河川・下水道流況観測システムの構築ができ，最新の観測データにより，河川の水位変化は降雨ハイイベントグラフと強く関係していることや，下水道内の水の流れは断続的な大雨，短時間集中豪雨，長時間続く大雨など雨の降り方によって大きく異なることが確認された。異なる降雨イベントに対して河川・下水道の応答特性を踏まえ，豪雨災害の発生機構を検討し，河川と下水道の連携方法を提案した。複雑な構造物と地形を忠実に再現できる非構造格子を用いた地上 2 次元流れモデルと，大規模下水道管渠システムに適用可能な 1 次元管渠モデルを組み合わせ，地上・地下での水の授受関係と雨水経路を忠実に考慮した高精度流れ・氾濫予測数値モデルを構築した。このモデルを用いて，平成 26 年 8 月に発生した高知市紅水川流域の浸水災害に関する再現シミュレーションを行い，再現性を確認できた。また，数値モデル精度の一層の向上を図り，下水道システムにおいて重要な施設であるマンホール内の 3 次元流れ構造解明，局所エネルギー損失評価，マンホール蓋の有無が下水道管渠流れへの影響に関する評価を行った。

(4) 研究成果の公表

- Zhang, H., Kawaike, K., Kyouzawa, T., Sato, Y. and Xia, J.Q, Effect of Manhole Cover on Flow Characteristics in A Sewer Pipe due to Pump Shutoff, *The 24<sup>th</sup> JSCE Symposium on Applied Mechanics*, S04-A05, May 14-15, 2021 (オンライン)
- 張 浩, 経澤知展・川池健司, 豪雨時におけるマンホール蓋の有無が下水道管渠流れに及ぼす影響, 令和2年度京都大学防災研究所 研究発表講演会, 2021年2月24日 (オンライン)
- Zhang, H., Kawaike, K., Okada, S. and Fujiwara, T., Experimental study on hydraulic properties of manholes in a surcharged sewer pipe system, *Journal of JSCE, Ser:A2 (Applied Mechanics)*, Vol.76(2), pp.451-460, February, 2021, DOI: 10.2208/jscejam.76.2\_I\_451
- Zhang, H., Okada, S., Fujiwara, T., Sassa, K. and Kawaike, K., Field investigation of stormwater flows in an urban sewer system and a receiving stream, *Journal of JSCE, Ser:B1 (Hydraulic Engineering)*, Vol.76(2), pp.901-906, November, 2020
- Zhang, H., Okada, S., Fujiwara, T. and Kawaike, K., Field investigation of stormwater flows in a sewerage system and receiving stream, 令和元年度京都大学防災研究所 研究発表講演会, 2020年2月20-21日, 京都大学宇治キャンパス
- 張 浩・佐々浩司・松田 亮・藤原 拓・川池健司, 圧力管渠システムにおけるマンホール内の3次元局所流に関する研究, 2019年土木学会全国大会第74回年次学術講演会, 令和元年9月3日-5日, 高松