

論文和文概要

(2000字程度)

報告番号	甲 第 25 号	氏名	陳 翔
------	----------	----	-----

近年、異常気象に起因する局地的短時間集中豪雨が全国各地で頻発している中、狭い沖積平野に高い密度の人口や社会資本が集中する日本では、洪水時には流れを安全に下流へ流下させるとともに、平時時には安定した流路の確保、および河川環境への配慮が求められている。しかし、氾濫平野や背後湿地、扇状地など過去に洪水による浸水被害を繰り返し受けていた地域は、地価が安価などの理由から都市開発によって一足先に住宅地として利用されている。河川災害は土地利用を抑制する効果がないと指摘されている。このため、集中豪雨の発生による河川の急激な増水により、流域の安全を守るために、水害リスクの評価、堤防の安全性、河道の安定性、そして出水時の洪水疎通能力の確保が強く要求されている。

こういった中、2012年7月九州北部豪雨により一級河川白川が氾濫し、急湾曲河道内岸側の氾濫平野に広がる住宅地では深刻な浸水被害を受けた。この地域の河道は急な蛇行形状であることから、氾濫時には慣性力によってまっすぐ流れようとする洪水流は堤防を乗り越え、堤内地を横切って速い流速で下流側へ流れていった。この地域では、洪水による浸水が発生した際の水害危険度を示す洪水ハザードマップは、浸水深のみで評価され、氾濫流の流速や流向など避難の成敗に関わる要素が示されておらず、また、氾濫流の挙動に大きな影響を与える家屋の存在と配置も考慮されていないため、本当の水害リスク評価とは言えない。また、急湾曲河道に囲まれている地域では、洪水流がその地域まで拡散し、河道域と氾濫域が一体となることが多い。そのため、水害の発生プロセスの解明や治水、避難計画を検討する上で、急湾曲河道を対象とする河道と氾濫域が一体的に扱える数値解析による評価する手法が必要である。

この災害により深刻な洪水の浸水被害を受けた熊本市龍田陳内地区の河道区間では、国に「激甚災害対策特別緊急事業」に指定され、単断面であった河道は急湾曲部の河道法線を、緩湾曲化する河道改修が行われている。改修後の河道急湾曲部は複断面化され、外岸側河岸は緩やかな勾配を持つ。また出水時において、改修前に比べて水面幅が拡大している。

本研究では、まず、急湾曲河道を有する河道域と氾濫域を一体的に扱える数値解析モデルを確立し、これを用いた氾濫時の都市域における氾濫流の挙動を明らかにした。そして、急湾曲が緩湾曲化された改修河道を対象に、流れ構造を把握するための準三次元数値解析と水理模型実験を行い、主流部の流れ特性の解明を進めた。

本論文の構成は、以下のとおりである。

第1章では、本論文の研究背景と本研究の目的および論文の構成を述べた。

第2章では、既存研究の紹介を述べた。

第3章では、家屋の存在や配置など堤内地構造物が氾濫流の挙動に与える影響は大きい。そのため、2012年7月九州北部豪雨により、甚大な浸水被害を受けた熊本県熊本市龍田陳内地区四丁目を対象に、

急湾曲河道を対象とする河道と氾濫域が一体的に扱える数値解析を行い、解析結果を痕跡値・実験値と比較し、その妥当性を検証した。家屋を閉境界条件として取り扱うことで、家屋の存在による氾濫流への阻害・分流効果を再現することができ、不規則な平面形状を持つ家屋でも考慮することができた。数値解析により、越水氾濫の発生した堤防側道路沿いや、公園、駐車場などの開けた場所は氾濫流が集中しやすく、流れが速いことがわかった。

本章の後半では、家屋の高さを現地地盤高に加え、家屋を地盤高として取り扱う試みを行い、2017年7月九州北部豪雨の花月川洪水氾濫を対象に、数値解析を実施した。現地調査の結果と比較し、その妥当性を確認した。家屋を一括的に処理できることや、解析領域が一般座標系で計算負荷が少ないなど、家屋を考慮した広範囲かつ大規模な領域を数値解析できることがわかった。

第4章では、急湾曲河道を緩湾曲化した河道内の河床変動特性を把握するために、平面二次元数値解析を行った。砂州の発生位置の特定、砂州の波長・波高などの特徴量と流量との関係、そして代表粒径の大きさと発生する砂州の規模の関係を明らかにした。白川上流域から生産される土砂の粒径を持つ土粒子は、出水にともなって改修河道に堆積し、その波長と波高は発達することがわかった。

第5章では、改修河道区間における流れ特性を明らかにするとともに、河道改修による氾濫危険度の評価を検討する。そのため、無ひずみのスケール1/100の固定床水理模型実験と、Boussinesqと静水圧を仮定とした非圧縮性レイノルズ平均Navier-Stokes方程式の解に基づく準三次元数値解析を行った。これによって、低水路内では河道の主流部の直交方向に発生する断面二次流の特性を明らかにした。単断面蛇行水路では、遠心力によって外岸側に最大流速が現れるのに対して、複断面蛇行水路では、高水敷上の流れによる横断方向のせん断力によって誘起され、二次流の構造はまったく異なり、流量の増加により最大流速が現れる場所は内岸側へ移動したことがわかった。

第6章では、論文全体の結論を示した。