

飯塚市街地を対象とした内水氾濫解析

九州工業大学大学院 フェロー会員 秋山壽一郎 九州工業大学大学院 正会員 重枝末玲
九州工業大学工学部 学生会員 ○小園裕司 九州工業大学大学院 学生会員 田邊武司

1. はじめに

近年、集中豪雨による洪水氾濫が頻発している。近年の水害の多くは内外水複合氾濫であり、水災時の被害最小化対策を講じる際には、内水氾濫も含めて十分な精度で氾濫流の挙動を事前に検討しておく必要がある。

本研究は、2003年7月の遠賀川豪雨災害で甚大な被害を受けた飯塚市を対象に、下水道網を考慮した都市域氾濫解析モデルを用いた内水氾濫解析を行ったものである。

2. モデルの概要

都市域氾濫解析モデルは、洪水流と氾濫流の解析を行うダイナミック氾濫解析モデル¹⁾²⁾と下水道内の自由表面あるいは圧力流れの解析を行うネットワークスロットモデル³⁾の二つのモデルで構成される。

ダイナミック氾濫解析モデルは、非構造格子を用いた有限体積法と流束差分法に基づく SA-FUF-2DF モデル¹⁾に氾濫の主因となる河道と氾濫原に固有の種々の要素の取扱いを組み込んだものである。

ネットワークスロットモデルは、下水道をブランチ、下水道の始点と終点をノードとして、各ブランチをノードで接続することで下水道網を取り扱う。本モデルでは対象とする下水道網に合流部が含まれることを踏まえ、ノード部に質量保存則に加えて運動量保存を考慮した平面2次元スロットモデル³⁾を導入した。

3. 飯塚市街地を対象とした内水氾濫解析

(1) 遠賀川流域と 2003 年 7 月豪雨災害の概要

遠賀川は、その源を福岡県嘉麻市馬見山に発し、幹川流路延長61km、流域面積1,026km²の一级河川である。遠賀川の中下流域では低地部に住宅地が発達しており、頻繁に内水氾濫が生じている。2003年九州豪雨災害時は飯塚市の旧飯塚地区では最大で約1.5mの浸水深となり、周辺一体が大きな被害を受け、床上浸水1,569棟、床下浸水724棟をはじめ電気・水道・ガスなどのライフラインにも大きな被害が生じた。

(2) 都市域氾濫解析データの作成

氾濫解析データの作成には、河床高、市街地の標高データ、街区や街路などの市街地構造、土地利用に応じた粗度データ、下水道データが必要となる。

標高データには、構造物などの高さ情報を含むDSMデータと、それらを含まないDEMデータの2種類がある。河道については、低水路には河川横断面図を、高水敷にはDSMデータを用いた。堤内地については構造物等の市街地構造が氾濫流の挙動に影響を与えることから、街路はDEMデータを、街区はDSMデータを用いた。市街地構造は航空写真を元に街区をトレースし再現した。土地利用による粗度データは航空写真より判別した。下水道については、幹線のみを考慮し、飯塚市公共下水道台帳から、管径、管頂高、管底高などのデータを読み取った。

これらのデータをGISを用いて整理し、次のように氾濫解析データを作成した。計算には非構造格子による三角形メッシュを用いた。標高データを用いて水の流れ方向を求める流水解析を行い、氾濫水が集中しやすい街路等は計算メッシュを細かく配置した。その後、各計算メッシュに対して標高データは各メッシュに含まれるLPデータを平均化させたもの、粗度は土地利用形態に応じ、河道 (0.035)、田畑 (0.025)、山林 (0.06)、宅地 (0.04) をそれぞれ与えた。下水道については、ブランチ部の縦断方向の分割幅は1mとし、スロット幅 b_s は管路直径の10%に設定した。地表面の計算セルの排水先は、各幹線が排水を担当する流域を決め、最短距離にある各幹線の計算セルとした。図-1にデータの一例として、街区、河道の堤防・低水路線形、排水区、下水道幹線網を示す。

(3) 解析条件

降雨は川島雨量観測所の時間雨量を用いた。穂波川上流端では秋松橋水位観測所での流量ハイドログラフを、遠賀川下流端には川島水位観測所での水位のハイドログラフを、淀川と遠賀川上流端には流出解析された流量ハイドログラフを、支川については貯留関数法に基づいたハイドログラフを内部境界条件として支川の各セル内に一様に与えた。徳前排水機場についてはポンプ場操業記録に基づき単位面積当たりの排水流量を与えて明星寺川

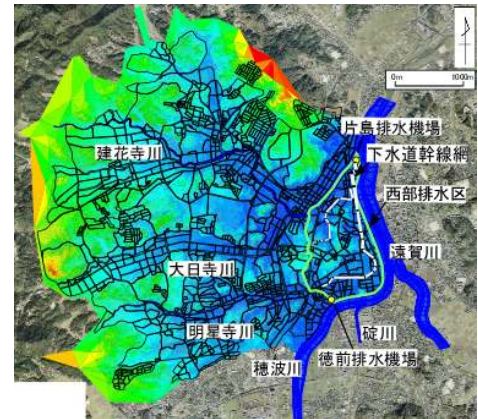


図-1 解析データの一例

下流端より穂波川堤外地へと排水させた。西部排水区の雨水下水道網下流端の川島排水機場には運転記録に基づく排水流量を与え、排出先の建花寺川と遠賀川の合流部付近には排水流量から求めた単位面積当りの流量を与えた。

(4) 結果と考察

以下では、解析結果に基づき、下水道による雨水排水を考慮した氾濫プロセスについて考察する。

図-2, 3は本解析で得られた浸水プロセスと雨水下水道の水位・ピエゾ水頭の縦断変化を示したものである。これより氾濫プロセスは、以下のようであったと考えられる。(1) 西部排水区の西1号線は、西部幹線に比べ流積が小さいため、早期に満管状態となる。そのため、時間降雨70mmとなるAM3:00時ごろに、下水道管合流付近のC地点近傍で内水氾濫が生じる。(2) 明星寺川では、AM3:10ごろにA地点より氾濫が開始する。その氾濫水が下水道である程度排水されるが、そのために西部幹線が満管状態となり排水不良が生じ、地盤高の低いB地点周辺でも浸水が開始する。B地点周辺AM4:00より浸水が始まり30分後には水量が増したとの報告があるが、今回の解析結果では、この報告より若干遅い時間に水量が急激に増加した。これは、下水道の排水能力を過大に評価したためだと考えられる。その後AM5:00には西部幹線では氾濫水が排水できなくなり、市街地へと広がり急激に水量が増加した。その後、遠賀川左岸側堤内地を国道沿いに北側へ進み、先に内水氾濫が生じたD地点付近へと広がった。(3) AM6:30頃には、地盤高が高い川島排水機場(β地点)でも内水氾濫が生じる。

本解析結果から得られた氾濫プロセスは、明星寺川から溢水した氾濫水については、調査結果¹⁾と良く一致しており妥当であると考えられる。一方、C地点付近での内水氾濫プロセスについては、西1号幹線の管径やその平面形状から流下能力が小さくなる箇所が発生しており発生位置については妥当と考えている。

図-4は、最大湛水深の解析結果と7月豪雨災害での湛水域の調査結果との比較である。これより解析結果が実際の湛水域とよく一致していることが分かる。しかし、西部排水区では下水道による排水が困難となる降雨量になってからは、従前のモデルよりも湛水域を若干広く予測する傾向にある。このことから、明星寺川からの氾濫流量を過大に評価している可能性があり、支川への流入流量については今後検討したいと考えている。

4. おわりに

本研究では、ダイナミック氾濫解析モデルとネットワークスロットモデルを統合した都市域氾濫解析モデルを新たに構築し、飯塚市を対象とした氾濫解析を行うとともに、湛水域に基づきその精度の検証を行った。その結果、都市域氾濫解析モデルが十分な精度で氾濫プロセスと湛水域を予測できることがわかった。今後は、流出解析や洪水追跡との組み合わせにより、降雨を外力とした雨水管理・浸水対策シミュレータを構築し、予測精度の向上をはかる予定である。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金基盤研究B(課題番号：17360237, 研究代表者：秋山壽一郎)、若手研究B(課題番号：19760344, 研究代表者：重枝未玲)の助成を受けた。ここに感謝の意を表します。

参考文献1) 秋山壽一郎, 重枝未玲：水工学論文集, 第49巻, pp.619-624, 2005. 2) 秋山壽一郎, 重枝未玲, 田邊武司：河川技術論文集, 第14巻, pp.235-240, 2007. 3) 秋山壽一郎, 重枝未玲, 田邊武司：河川技術論文集, 第14巻, pp.241-246, 2008.

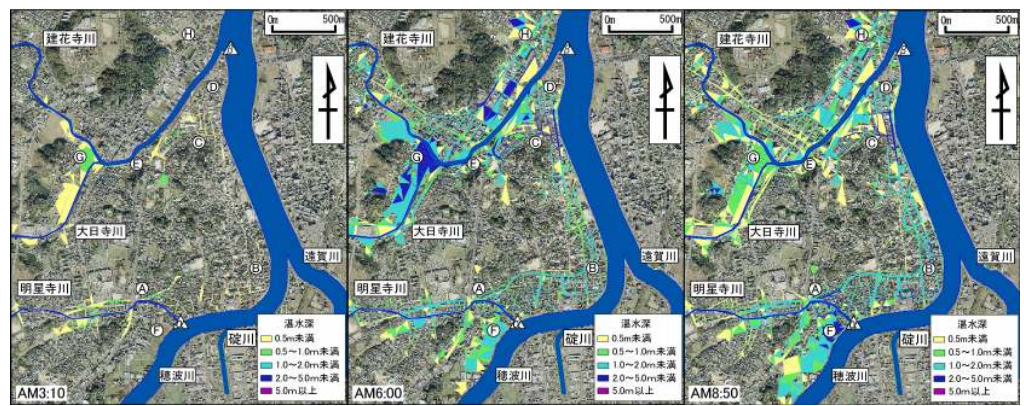


図-2 氾濫プロセス (AM3:10(左), AM6:00(中), AM8:50(右))

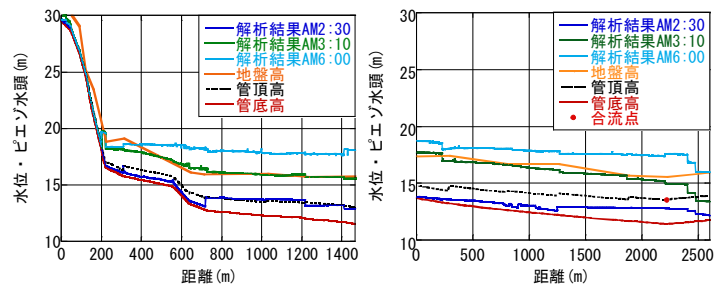


図-3 下水道幹線網の水位・ピエゾ水頭の経時変化
(左：西1号幹線, 右：西部幹線)

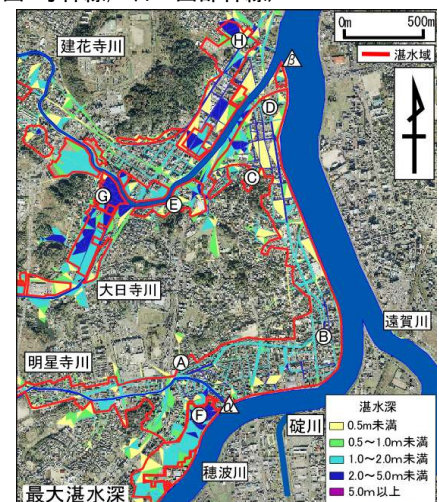


図-4 湛水域の比較