

下水道システムの余水吐を考慮した氾濫解析に関する研究

中部大学大学院 学生会員 ○森田 豊

中部大学工学部 正 会 員 武田 誠

中部大学工学部 フェロー 松尾直規

1.はじめに

近年、豪雨に伴う水害が多発しており、水災に対する対策の見直しが進められている。これまでの治水対策では、破堤や越水に伴う外水氾濫が主たる対象とされてきたが、近年ではそれに加えて、降雨排除不良に伴う内水氾濫対策の必要性が指摘されている。これまで著者らは、海域、河川域、都市域の水理現象を同時に解くモデルに下水道を組み込むことにより総合的な氾濫解析システムの開発を行い、東海豪雨時の再現計算を行ってきた。そこで本研究では、武田ら¹⁾が行った研究に対して地盤高の修正、下水道データの充実、河川への直接排水を行う余水吐のモデル化、質量保存からみた解析モデルの改善を行い、東海豪雨の再現計算の精度を向上させ余水吐の効果について検討した。

2.解析手法

本研究で対象とする解析モデルは、河川、海域、都市域および下水道内の水理現象を表現するものである。解析モデルは以下の通りとなっている。

- ・海域 : 平面二次元解析モデル(デカルト座標)
- ・河川域 : 一次元不定流モデル
- ・都市域 : 平面二次元解析モデル(非構造格子)
- ・下水道管 : 一次元不定流モデル

なお、河川域と都市域の水の輸送は、堤防上の本間の越流公式で、都市域と下水道管の水の輸送は、マンホール部の連続式で取り扱っている。またポンプや余水吐からの排水は、対応する河川格子に連続式でその排水流量を加えることで、質量保存を満足している。本モデルでは、一つの氾濫格子に複数のマンホールが配置できるようになっており、それぞれのマンホールでの氾濫格子の流出流入水量を用いて対応する氾濫域の連続式の計算結果(水深)を補正している。なお、解析モデルの概要は武田ら¹⁾を参照されたい。

3.計算条件

新川と庄内川、堀川で囲まれた地域を氾濫域の計算領域とし、庄内川、矢田川、八田川、新川、中川運河、堀川、新堀川を河川域の対象とする。海域は四日市と常滑から北の伊勢湾北部を取り扱っている。計算期間は海域の計算を安定させるため東海豪雨の1日前の2000年9月10日0:00～9月17日1:00までの145時間とする。庄内川、矢田川にはそれぞれの水位観測所で得られた流量を与え、八田川、新川にはそれぞれの水位観測所で得られた水位を与えている。また中川運河と新堀川の上流端流量は $0.0\text{m}^3/\text{sec}$ 、堀川の上流端流量は $0.3\text{m}^3/\text{sec}$ と設定している。海域には四日市と常滑の潮位を平均して平面二次元解析の海側開境界条件として与えている。河川の下流端では該当する海域の水位を河口に与え、海域には河川流量を考慮した上で同時に計算を行っている。なお、中川運河については実際に水門があるため水門が閉じていることを考慮し、水門に設置されているポンプによって海域に河川水を排水している。粗度係数に関しては、試行的に河川全域に0.02を与え、庄内川においては河口から15.8kmには0.015を与えた。また都市域の粗度係数について道路には0.043、住宅域には0.067を適用している。東海豪雨時には、新川16km地点において堤防が破堤したため枇杷島町では甚大な被害が生じた。今回の解析では2000年9月12日3:00に新川の河口より16km地点の堤防を破堤させ実際の浸水の状況を再現する。

下水道管渠およびポンプ場、貯留施設の位置を図1に示す。下水管渠は幹線を取り扱い、ポンプ排水量、貯留量は実際の値を設定している。また、本研究で着目している余水吐の位置を図2に示す。さらに、各格子に与えた降雨量は、14箇所の東海豪雨時の観測雨量を用い算出した。用いた地盤高を図3に示す。

4.解析結果

図4に名古屋市の浸水実績図と、図5に解析で得ら

れた最大浸水深の分布を示す。両図から名古屋駅周辺や中村区、千年地区周辺の浸水の様子が再現されており、実際と同様の解析結果が得られている。さらに、庄内川右岸にみられる越水による浸水や新川破堤に伴う浸水の様子も解析結果と観測値が比較的一致していた。

武田ら¹⁾の研究における最大浸水深の状況では、名古屋市全域に浸水が広がっていたが、今回の解析では地盤高を修正したため、水が溜まってしまう地域と溜まらない地域が区別されていることが分かる。これにより実際に近い危険な箇所が示された。

図6に、修正前と修正後(本研究に対応)の解析モデルにおける9月12日1:00の浸水の様子を示す。本図から、都市域の氾濫水が下水道内に落ち込み、ポンプや余水吐からより良く排水されたことと、質量保存の修正が施されたことにより、浸水の状況が大きく変化したことが分かる。また、図7に各ポンプ施設と余水吐からの総排水流量を示す。本図から、東海豪雨の降雨量の時間変化とポンプの総排水流量の時間変化が比較的一致していることが示された。また、ポンプの総排水流量と余水吐との総排水流量を比べると、ポンプの総排水流量の方が大きいことから、対象領域では東海豪雨時の浸水排水過程において、ポンプが支配的に機能したことが分かる。なお、本解析の約12時間後には、下水道を考慮した氾濫域の大部分の箇所では浸水がみられなくなっていた。

5. おわりに

本研究では、解析精度の改善を行い危険な地域をより詳細に検討できる解析モデルが構築できたといえる。また、新たに余水吐のモデルを組み込み、ポンプと余水吐の効果について検討し、浸水や排水の状況を示すことができた。さらに対象領域では、ポンプによる排水が余水吐による排水よりも大きいことが示された。

参考文献

- 1) 武田誠, 松尾直規, 山中威士, 森田豊: 総合的な氾濫解析システムの構築に関する研究, 平成16年度水工学論文集, 第49巻 pp613-618, 2005

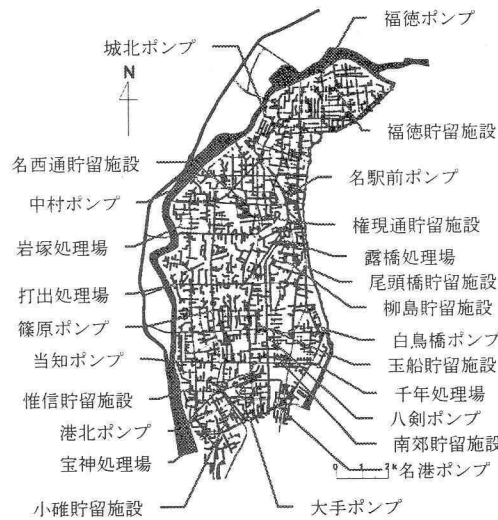


図1 マンホールと下水道の配置

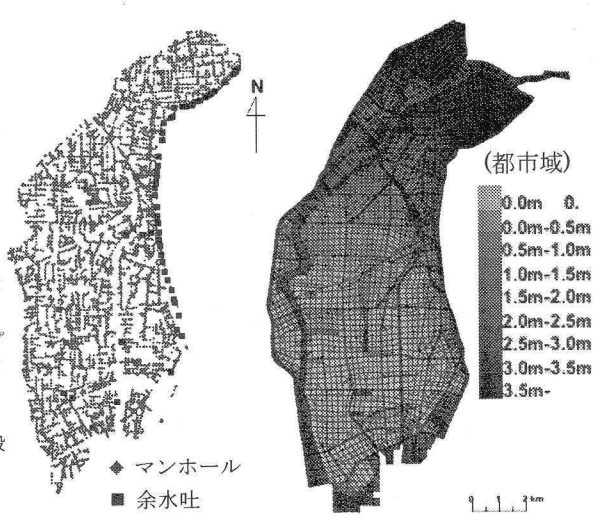


図2 余水吐の配置

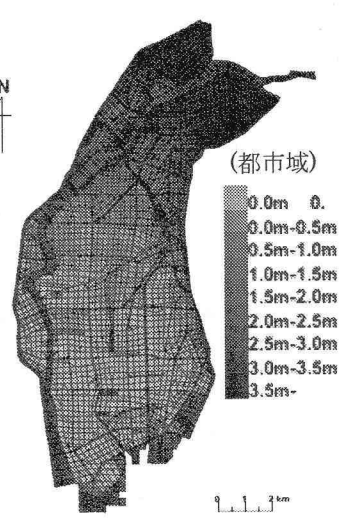


図3 都市域の領域図

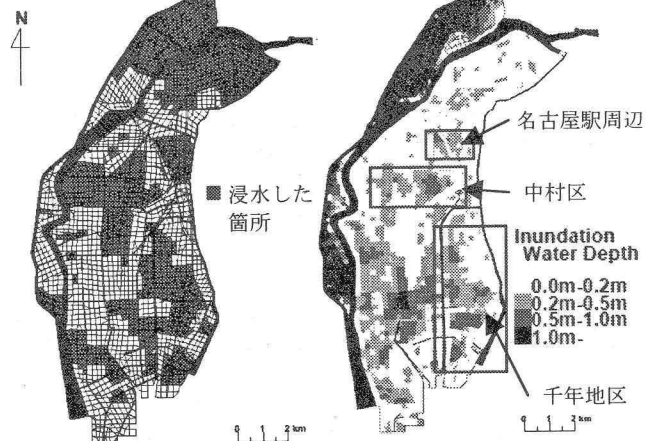


図4 浸水実績図

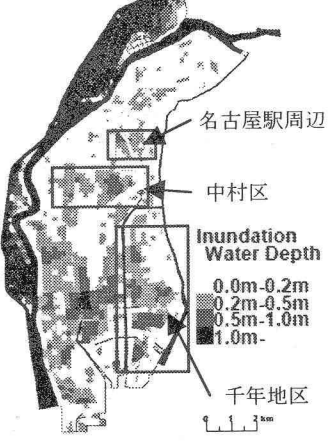


図5 最大新水深の分布

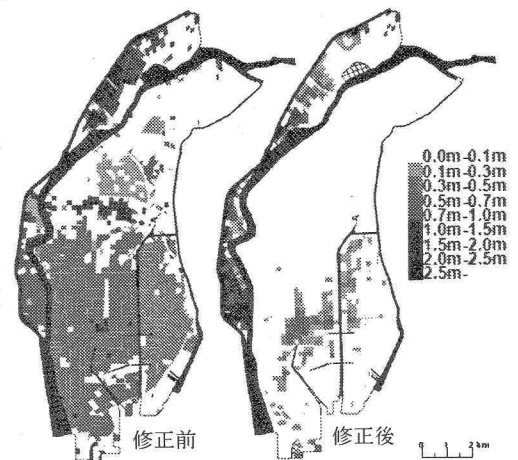


図6 9月12日1:00の浸水状況図

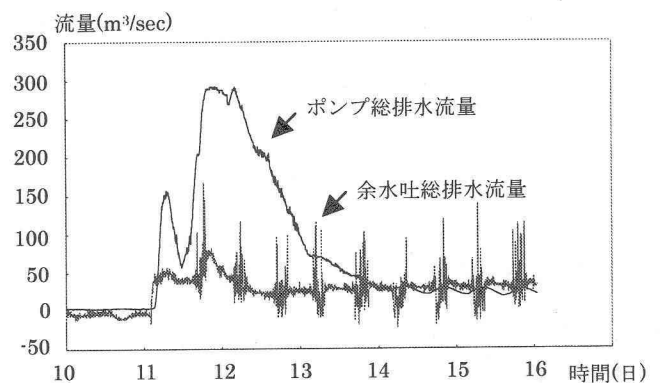


図7 ポンプおよび余水吐排水量