

内水および外水氾濫を対象とした総合的氾濫解析法の構築

中部大学 非会員 本庄弘典 ○森田 豊

中部大学大学院 学生会員 山中威士

中部大学 正会員 武田 誠 フェロー 松尾直規

1. はじめに

近年の都市型水災を考える場合、破堤による外水氾濫とともに降雨排除不良に伴う内水氾濫は無視できない氾濫事象と位置付けられる。治水対策を検討するためには、内水および外水氾濫を適切に表現できる数値解析モデルが不可欠である。著者らは、これまで海域、河川域、都市域の水理現象を同時に解く総合的氾濫解析法の開発を行い、東海豪雨時の外水氾濫の再現計算を行ってきた¹⁾。河川河口において境界条件の設定が困難である場合や、さらに、外洋性の氾濫災害の検討を考慮し、このような手法を用いている。本研究では、これまでの解析モデルに下水道システムのモデル化を組み込み、内水氾濫に対応できるようモデルの拡張を行っている。本研究の第一の目的は、東海豪雨時の内水および外水氾濫の再現計算を実施し、実際に表現しうる数値解析モデルを開発することであるが、現在までに再現計算は行えておらず、本報では、モデルの概要およびモデル降雨を用いた内水氾濫の計算結果について報告する。

2. 解析手法

本研究で用いている解析法では、海域、河川域、都市域を対象とし、それぞれの水理現象を表現し、相互作用を適切にモデル化している。具体的には、海域にはデカルト座標の平面二次元モデルを、河川域には一次元不定流モデルを、都市域には非構造格子を用いて離散化された平面二次元モデルを用いている。本解析では、このような総合的氾濫解析法に、新たに下水道システムのモデル化を組み込んだ。下水道解析法に用いた方程式は、以下の連続式とエネルギー方程式である。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + \cos \theta \frac{\partial h}{\partial x} - \sin \theta + \frac{n^2 V |V|}{R^{4/3}} = 0 \quad (2)$$

また、氾濫域と下水道域の水の受け渡しは、マンホール部の連続式で表現するモデル化を行った。

$$A_m \frac{\partial H}{\partial t} = \sum Q + Q_{in} - Q_{out} \quad (3)$$

ここで、 A ：流水断面積、 Q ：流量、 g ：重力加速度、 V ：断面平均流速（ $=Q/A$ ）、 h ：水深、 θ ：水路底勾配、 n ：マンニングの粗度係数、 R ：径深、 A_m ：マンホールの断面積、 $\sum Q$ ：下水道による流入水量、 Q_{in} ：氾濫域からの落ち込み流量、 Q_{out} ：ポンプの排水量であり、 t ：時間、 x ：一次元の空間座標である。

ここでの下水道システムのモデル化は福田ら²⁾と同様であるが、一つの氾濫域の計算格子に複数のマンホールが配置できるように改良し、それぞれのマンホールでの氾濫格子の水位上昇量を対応する氾濫域の連続式の計算結果（水深）に加えている。

3. 計算条件

計算領域は、伊勢湾北部と図1に示す名古屋市とそれを囲む河川群である。マンホールおよび下水道のデータは、実際のものではなく、図2のように処理区を考慮して一つおきの道路格子の重心にマンホールを配置し、その間を下水管として直線で結んでいる。マンホールの底面は対応する氾濫格子の地盤高下4mとし、下水管もマンホールの底面に接続しているとした。マンホールと下水管の直径は、それぞれ1mと3mである。境界条件として、四日市と常滑の推算天文潮の平均値を海域の海側開境界条件として、平常時の水位、流量を河川上流端の境界条件として与え、都市域に30mm/hの雨を3時間降らせ、その後雨を止めて21時間の計24時間の計算を行った。

4. 計算結果および考察

図3、図4に下水道システムが無い場合と在る場合の浸水深の分布を示す。降雨中である2時間後の計算結果からは、どちらの図にも大きな変化は見られない。マンホールへの落ち込み流量の設定が浸水深の影響を受け、かつマンホールの設置箇所も少ないため、氾濫の初期に下水道へ流下せず下水道システムの有無による差がみられなかったものと考えられる。しかし、降雨終了時である3時間後の比較では氾濫の様子に違いがみられ、下水道システムの効果が浸水面積及び水深に如実に現れている。また8時間後の結果では下水道を考慮していない場

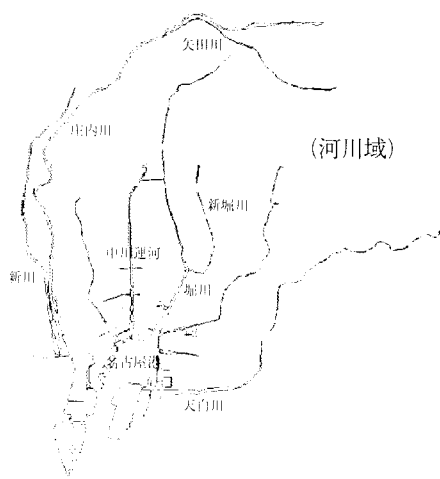


図1 計算領域

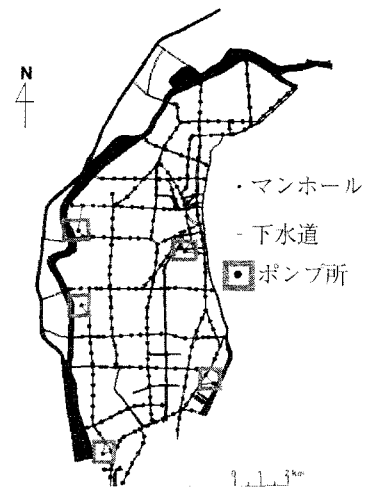
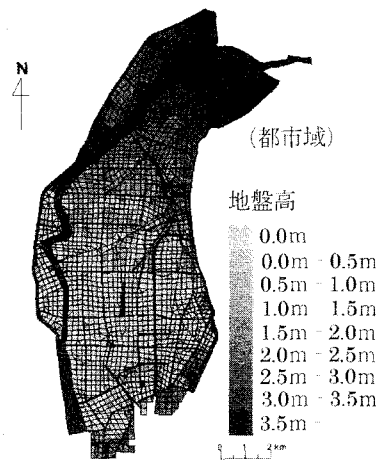


図2 マンホールと下水管の配置

合では浸水面積、浸水深が大きく減少していないのに対し、下水道を考慮した場合は排水によってそれらが減少しているのがわかる。

5. おわりに

本研究では、下水道システムのモデル化を総合的氾濫解析法に組み込み、モデル降雨を用いた内水氾濫の計算を行い、浸水過程や下水道の効果を確認した。ここでは示さなかったが、外水氾濫も適切に表現できることから、内水・外水による氾濫現象対象を解析できるモデルが構築できたものと考えている。ただし、実在するすべてのマンホールおよび下水道を取り扱うことは困難であり、簡略化した場合のマンホールへの落ち込み流量の設定法を検討する必要がある。今後は、東海豪雨時の氾濫現象の再現計算を行うことでモデルの妥当性について検討していきたい。

参考文献

- 1) 山口義一・鈴木康夫・中村昌充・山中威士・武田誠・松尾直規：庄内川における氾濫流の再現計算，平成14年度中部支部研究発表

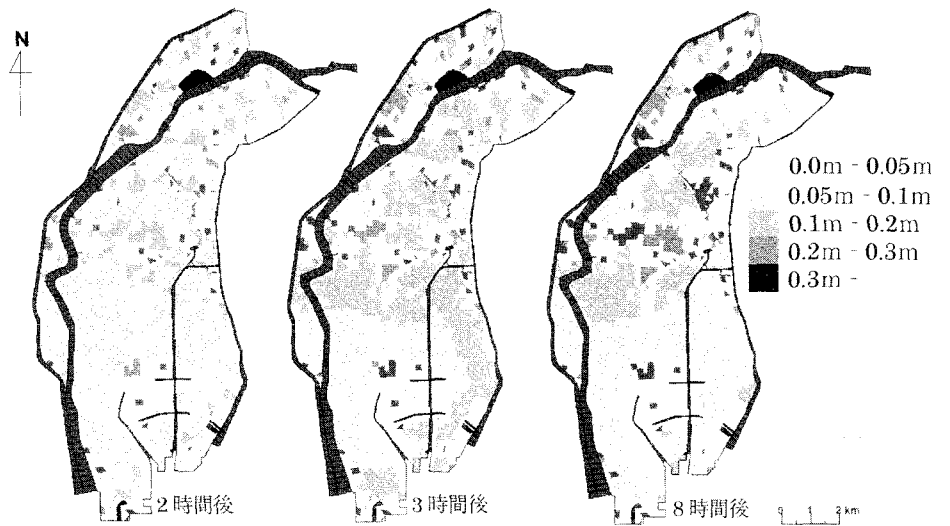


図3 浸水深の分布(下水道システムが無い場合)

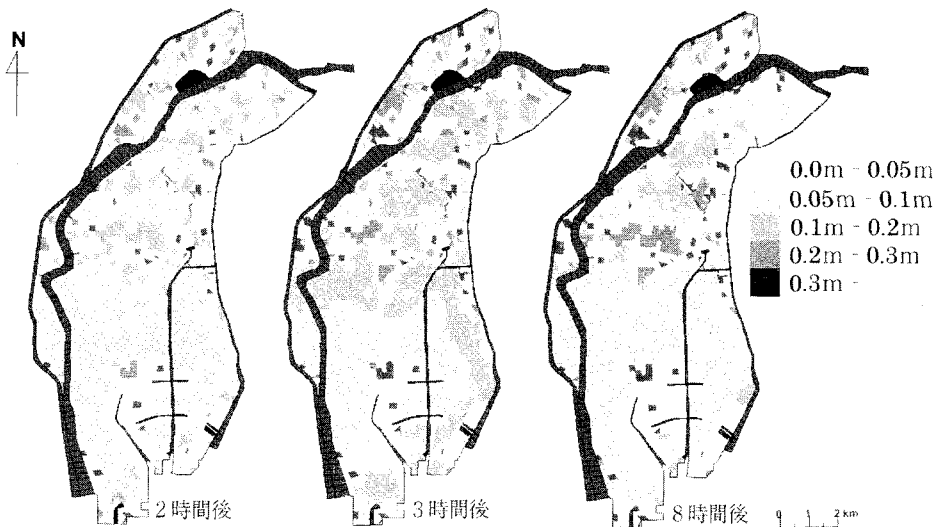


図4 浸水深の分布(下水道システムがある場合)

会概要集Ⅱ-12，2003。

- 2) 福田剛啓・平松幹大・武田誠・松尾直規：下水道システムを考慮した氾濫解析法の高度化に関する基礎的研究，平成14年度中部支部研究発表会概要集Ⅱ-13，2003。