

内水氾濫を対象とした数値解析モデルに関する基礎的研究

中部大学 正会員 武田 誠
 中部大学 フェロー 松尾 直規
 中部大学大学院 学生会員 ○山中 威士
 中部大学 非会員 福田 剛啓
 吉原建設 非会員 平松 幹大

1. はじめに

近年の都市機能の高度化，都市への人口集中に伴い，治水対策の重要性が高まっている．従来から外水氾濫に対する備えが討議されてきたが，近年では雨水排除不良に伴う内水氾濫も重要視されている．このような氾濫災害に対して治水施設の効果を適切に評価するためには，道路に沿う流れや下水道への落ち込み・噴出しといった都市域内の氾濫水の挙動を適切に表現するモデルが不可欠である．本研究では武田ら¹⁾によって構築された下水道システムを考慮した氾濫解析を基礎とし，より現実的な解析を行うためのモデルの高度化について検討を行った．

2. 数値解析法

氾濫流の解析にはデカルト座標系の平面二次元不定流モデルを，下水道流の解析にはスロットモデルによる一次元不定流モデル解析法を適用している．

氾濫域と下水道域の水の受け渡しは，マンホール部で取り扱うものとし，次のようなモデル化を行う．

$$A \frac{\partial H}{\partial t} = \sum Q \quad (1)$$

ここに， H ：水位， A ：面積， $\sum Q$ ：流入水量， t ：時間である．ここで，面積および流入水量は水位によって異なり，水位が地盤高よりも低い場合はマンホールの面積および下水道部と落ち込みによる流入水量であり，高い場合は氾濫格子の面積および下水道部と氾濫域における流入水量である．

また，排水施設の連続式は以下のとおりである．

$$A \frac{\partial H}{\partial t} = \sum Q - Q_{out} \quad (2)$$

ここに H ：水位， A ：面積， $\sum Q$ ：流入水量， Q_{out} ：ポンプ排水量， t ：時間である．ここでは，上面に壁
 キーワード：氾濫解析，下水道，内水氾濫，排水施設
 連絡先：中部大学，〒487-8501，愛知県春日井市松

本町 1200，Tel:0568-51-1111，Fax:0568-52-0134

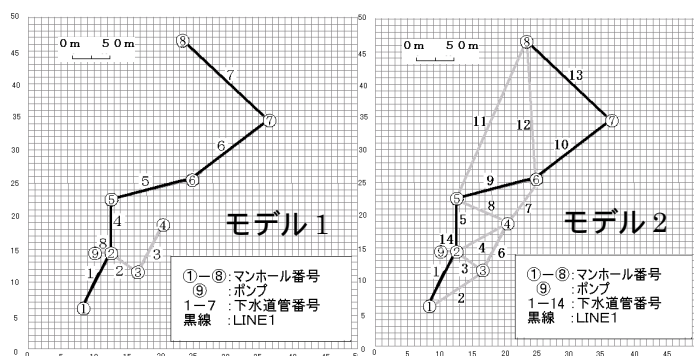


図1 モデル領域

があるものとしてモデル化している．

本研究では差分法を用いて解析モデルを構築した．また，マンホールにおける下水管の配置は，立体的な配置ができるようにモデル化されている．

3. 計算条件

図1の様な500m×500mの領域にマンホールを設置し，下水管で連結したモデル領域を用いた．地表面は窪地を仮定し，地盤高は中心から同心円状に1/100の勾配で高くなるものとした．このモデル領域に50mm/hの雨を2時間降らせ，その後，雨を降らせずに10時間後までの計算を行った．下水道管の勾配はポンプ排水箇所へなだらかに低下するように設定した．本研究では下水道管の本数，ポンプ排水量の違いにより，下水道内水位がどのように変化するかを調べ，定性的な観点からのモデルの妥当性を検証した．

4. 計算結果及び考察

図1に示すモデル領域1を用いた解析結果を図2に示す．下水道断面図は図1のLINE1に沿って切断しており，下水道が満管の場合はピエゾ水頭を示している．本図から，氾濫水の時間的な変化が示され，主にマンホール No. 7で落ち込んだ氾濫水がマンホール No. 9を通してポンプ排水されている様子が分かる．なお，以後の解析では氾濫域の解析も行っているが

主に下水道内水位を対象に検討している．

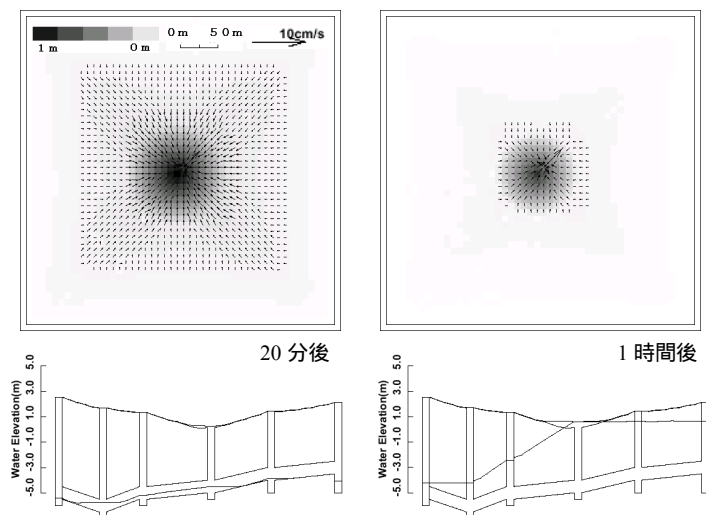


図2 モデル1の浸水深と下水道内の水位

下水道管本数の影響

図3は下水道管配置を領域モデル2の様に増やした場合の解析結果である．図2と比較すると20分後ではほぼ浸水状況は変わらないが，1時間後では大きく変化している．これは下水管が増加したことによる貯留効果であると考えられる．

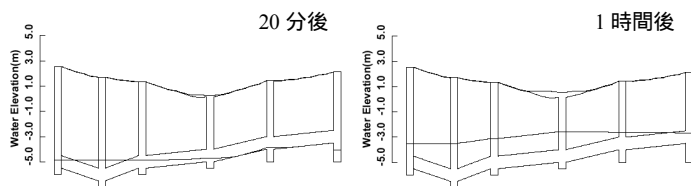


図3 下水道管配置量の影響

ポンプ排水量の影響

ポンプの排水効果をより明白にするために降雨量を50mm/hから200mm/hに増やし，ポンプ排水能力 $1\text{m}^3/\text{s}$ （図4）と $10\text{m}^3/\text{s}$ （図5）で比較を行った．どちらの場合も，氾濫域の浸水状況が1mを超えており，下水道の排水能力が氾濫状況に対応していないこと

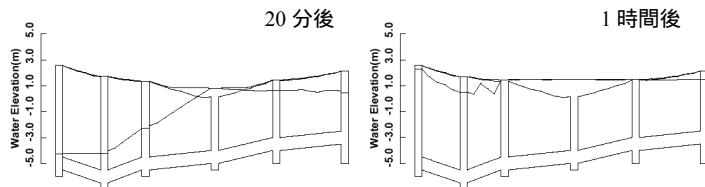


図4 ポンプ排水能力 $1\text{m}^3/\text{s}$

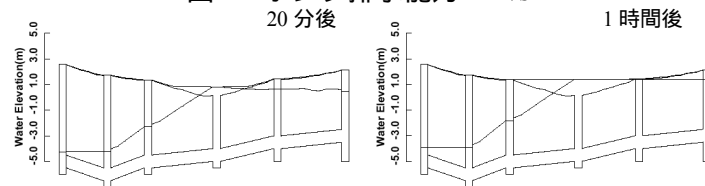


図5 ポンプ排水能力 $10\text{m}^3/\text{s}$

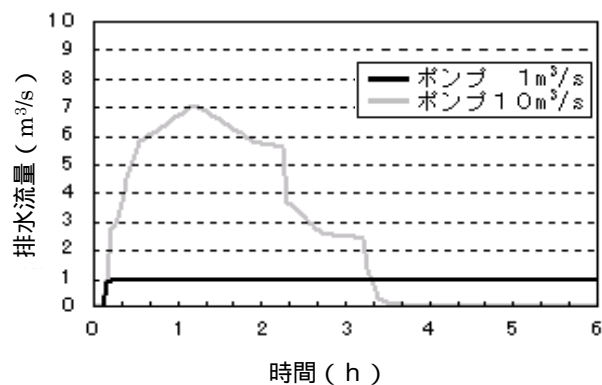


図6 時間経過とポンプ排水量

が分かる．1時間後の図では排水能力を $10\text{m}^3/\text{s}$ とした図5の方が浸水深が低下している様子が分かり，ポンプ排水の効果が確認できる

図6に本解析での各ポンプの排水量の時間変化を示す．計算条件でポンプ排水能力をそれぞれ $1\text{m}^3/\text{s}$ と $10\text{m}^3/\text{s}$ としているが，排水できるだけの水がポンプ排水箇所がない場合，その水量によって排水量が決定される．図6から，ポンプの排水能力が $1\text{m}^3/\text{s}$ の場合では常に最大値で排水されているが，それに対してポンプの排水能力が $10\text{m}^3/\text{s}$ の場合では最大排水量が約 $7\text{m}^3/\text{s}$ となっており，ポンプ能力を十分に発揮していないことが分かる．このことから，浸水対策を行う場合，ポンプの排水能力を高めるだけでは不十分であり，排水場までの管路における流れと合わせて，全体として排水可能であるかを検討することで，氾濫域の浸水深低下につながることを改めて示されたといえる．

5. おわりに

本研究では，様々な状況下での下水道システムを含めた氾濫解析を行い，得られた結果を考察し，定性的にはここで構築した解析モデルの妥当性を確かめた．また，降雨とポンプ排水量から算出される想定貯留量と，計算領域内の(氾濫域，下水道)の貯留量の時間変化が一致していたことから，質量保存の観点からのモデルの妥当性も示された．また，本研究を遂行する中で，ポンプ排水量の増大のみでは適切な浸水対策にならないことが示された．これは当然のことであるが，内水対策を考える場合に非常に重要な視点であろう．今後は，現地を対象に解析を進めていく予定である．

参考文献 1)武田誠・松尾直規：氾濫水に与える下水道システムの影響に関する数値解析的検討，水工学論文集第44巻，PP.467-472,2000．