

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

中部大学 ○福田剛啓 平松幹大

中部大学 正会員 武田 誠

中部大学 フェロー 松尾直規

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議論されてきたが、近年では降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。本研究では下水道システムを考慮した氾濫解析法の高度化について検討を行った。

2. 数値解析 解析に用いた支配方程式は武田ら¹⁾と同様であり、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解析法を適用し、マンホール部の連続式により両者の結合を行っている。本研究による解析モデルの改良点は以下のとおりである。

これまでのモデルでは下水道流れの解析に特性曲線法を用いていたが、氾濫域の解析モデルとの統合性も考え、特性曲線法から差分法へ変更した。

また、下水道管の底面とマンホールの底面が同一であるとしていたが、図1のような複雑に結合する管を対象にモデル化を行った。さらに、ポンプによる流出流量はマンホールから排水されるとしていたが、貯留施設に集まった水が排水されるモデル化を行った。

3. 計算条件 図2のような500m×500mの領域にマンホールを配置し、そのマンホールを下水道管でつないだモデル領域を用い、地盤高は中心から同心円状に1/100の勾配で高くなるように設定した。モデル領域に200mm/hの雨を2時間降らせ、10時間後までの計算を行った。なお、ポンプの排水流量に最大10m³/sと1m³/sの2種類（それぞれCASE 1とCASE 2）、また、下水道の配置に高さ方向を変化させた2種類（下水道管がポンプ排水箇所へなだらかに低下する場合をa、下水道管が凸凹に設置されている場合をb）を用い、計4ケースの解析を行った。

4. 計算結果および考察 図3および図4にCASE 1aの氾濫域の浸水深の分布および図2のLINE 1で示した下水道内の水位（満管の場合はピエゾ水頭）の時間変化を示す。図3から窪み部へ浸水が集中している様子が分かり、3時間後では氾濫面積および浸水深が減少していることが分かる。また、図4から、20分後では下水道内の流れは、ポンプへ向かう開水路状態となっており、水がない箇所も存在するが、1時間後ではすべての管で満管状態となり、中央に位置するマンホールでは氾濫域の水塊と連結している様子が分かる。さらに、3時間後ではポンプ排水の影響により下水道管内の水位が低下し、再び開水路状態となっている箇所も現れている。また、図5に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（氾濫域、下水道）の貯留量の時間変化を示す。本図から、想定貯留量と総貯留量が一致していることが分かり、解析結果の質量保存が満足されていることが示されている。

これらの結果では、多様な下水道内の水位の状況とそれに伴う氾濫水の状況が計算されているが、様々な条件の下で本モデルの妥当性を検証するために、高低差に伴う下水道管配置の違いおよびポンプ排水流量の

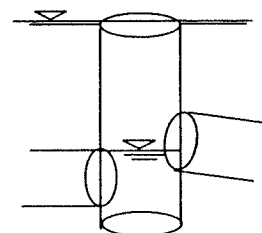


図1 マンホールと下水道管渠のモデル化

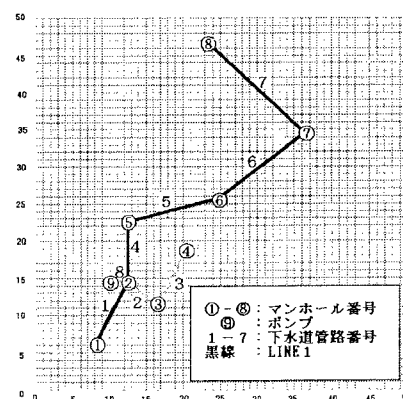


図2 モデル領域

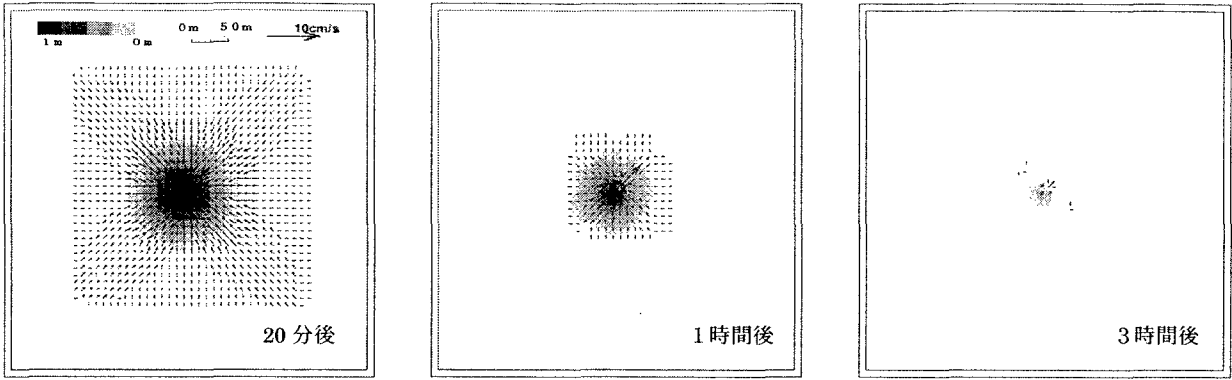


図3 浸水深の分布 (CASE1a の場合)

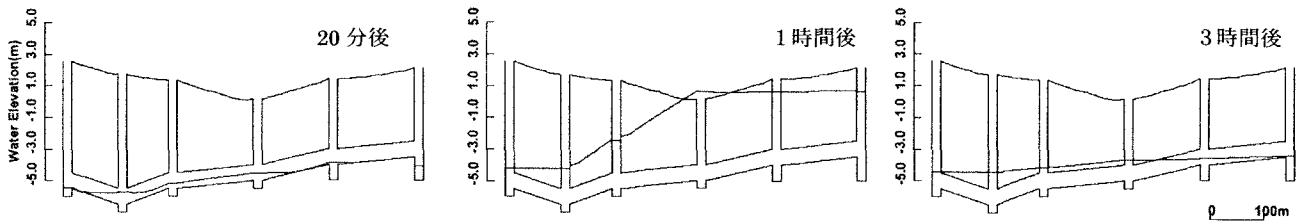


図4 下水道内の水位 (CASE1a の場合)

違いを考慮した4ケースの解析を行った。

図6に CASE 1b の3時間後における下水道内水位の分布を示す。本図から図4と異なり、排水が十分に行われておらず、多くの場所で満管状態になっていることが分かる。なお、ポンプにつながるマンホール②の箇所において、段落ちの流れとなっており、その解析には運動量方程式を用いずに段落ちの式を用いている。CASE 1b では、下水道底面の高さの違いにより流れの状況が変化するため、CASE 1a と差が生じたものと考えられる。また、ポンプ排水流量

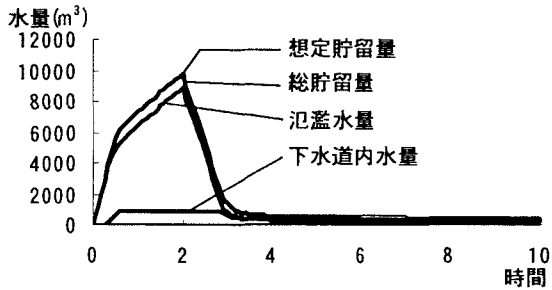


図5 貯留量の時間変化

を $1\text{m}^3/\text{s}$ とした CACE 2a の3時間後の下水道内水位を図7に示す。本図から、図4と異なりポンプの排水流量が低下しているため浸水が長期にわたっている様子が見て取れる。これらの検討から、ポンプの排水量を減少させた場合に浸

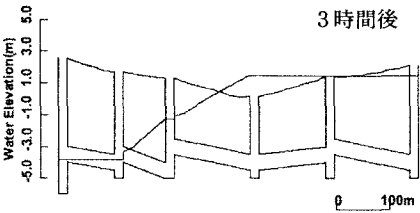


図6 CASE1bの解析結果

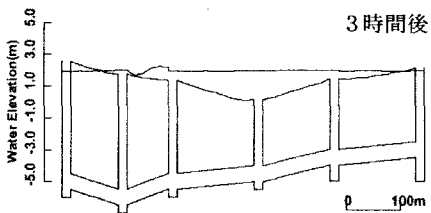


図7 CASE 2aの解析結果

水深がゆるやかに低下することや凸凹した管路形状に沿った浸水状況が再現されていること、また、管路内の窪み部に水が溜まっている状況など、定性的に妥当と思われる結果が得られた。

5. おわりに 本研究では、下水道システムを考慮した氾濫解析法の高度化を目指して武田らの解析モデルを改良し、特に、複雑な管路の配管に耐えうる解析モデルを構築しモデル領域における検証を行った。解析結果から、本解析モデルの妥当性および有用性が示されたと考えている。今後は実氾濫現象を対象に解析を行い、解析モデルの高度化および実際の治水対策の検討を進めていきたい。

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。