

下水道を考慮した都市域における氾濫シミュレーション技術（PWR Iモデル）の開発

国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 ○水草 浩一
 正会員 三輪 準二
 正会員 金木 誠

1. 目的

我が国において、大河川からの外水を対象とした氾濫シミュレーションについては、既に実用化されており、浸水想定区域図やハザードマップ等の作成に用いられている。また、下水道から河川への排出不全や人孔部からの吹き出し等の下水道が関連する内水の解析については、海外のモデルを中心として市販されており、実務で用いられている。

一方で、外水と内水を同時に考慮するようなシミュレーションの開発は、水理現象の表現方法に課題を有し、未だ確立されていない。今後の政策を進めていくうえでは、様々な水災シナリオを考慮する必要がある、外水と内水を同時に解析することが可能なシミュレーションモデルを開発することが不可欠となる。

以上を踏まえ、本論では都市域における流出や下水の氾濫シミュレーション技術を主体とした、氾濫解析が可能なPWR I（Precipitation Water Routing and Inundation）モデルの開発について示す。

2. PWR Iモデル

PWR Iモデルは、下水道管渠内の水の挙動を精緻に解析するために、旧建設省土木研究所が中心となって開発を行ってきたモデルである¹⁾。そのモデル構造の模式図を図-1に、その詳細を表-1にそれぞれ示す。主な特徴は、①データベースの利用を前提としたモデル構造で、実際の下水道施設計画で用いる排水区割りを用いた地表面流出を解析する地表面降雨流下モデル、②kinematic wave式・diffusion wave式・連続式の各物理方程式に基づく流出計算をもとに、暗渠・開渠、開水路・圧力管路およびその遷移状態の各々に対応した解析を行う排水路内追跡モデル、③人孔部の流入・流出、およびその局所損失を考慮した地表面湛水モデル、④人孔部からの地表面湛水の氾濫移動、および自・他人孔部への再流入を考慮した地表面氾濫モデル、の4点である。

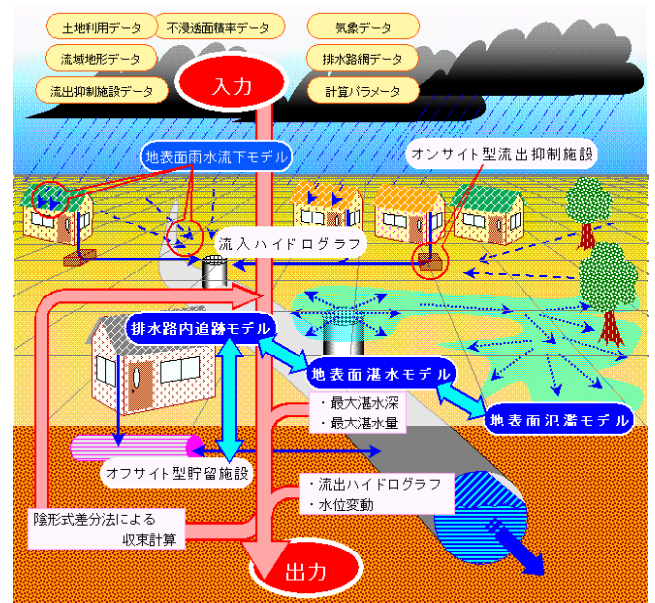


図-1 PWR Iモデル解析の流れ模式図

表-1 PWR Iモデル概要

項目	概要
有効降雨モデル	初期損失 土地利用データを用いる
地表面雨水流下モデル	集水域 下水道区域図の分割域を基本として、管路長を基本長とする仮想長方形集水域に換算。
	支配方程式 kinematic wave式および連続式。
	等価粗度同定 土地利用コードに応じた粗度係数から等価粗度を算定。
	斜面勾配同定 土地利用毎に設定。
排水路内追跡モデル	排水路網諸元 開渠・暗渠・管路の円形・矩形・台形・多角形の断面に対応。
	支配方程式 kinematic wave式とdiffusion wave式の選択および連続式。
	流れ状態 diffusion wave式においては、圧力管から開水路流れへの遷移計算が可能。
	流入量の取扱い 人孔損失 排水路への流入は排水路全線に平均的に生じる。水深が地盤高を越えた場合は流入=0。排水路の摩擦損失に含めるよう換算。
地表面湛水モデル	湛水域 下水道区域図の分割域。
	湛水量 増加時 湛水量=前時間の湛水量+全流入量-排水路流下能力。 減少時 湛水量=前時間の湛水量-排水路余裕空隙の50%。
	湛水深の影響 湛水による管路内への圧力増加は考慮しない。
地表面氾濫モデル	氾濫区域 50mメッシュ。
	氾濫計算方法 1次元不定流および2次元不定流氾濫解析の選択式。

キーワード 下水道解析モデル、流出解析モデル、氾濫解析

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1 国土交通省 国土技術政策総合研究所

危機管理技術研究センター 水害研究室 TEL 0298-64-2211

なお、PWR I モデルは Fortran90 で記述されているため、プログラムの変更やサブルーチンの追加をしたい場合には、必要に応じて各人で簡単にプログラム修正・構築が可能である。

3. 実流域における適用性の検討

3.1. 解析対象域の概要

解析対象とする流域は、高度に都市化された実在市街地の自然排水区A（654.33ha）のうち、最上流部の流域 a（110.57ha）とした。対象流域内における管径 900mm 以上の管路網上に存在する人孔数は 67 箇所であり、そのネットワーク概略図を図-2 に示す。なお、解析結果の妥当性について検討を加えるために、流域 a の下流端着目人孔部に、平成 12・13 年の出水期に水位計・流速計を設置し、観測を行った。また同時に、流域 A の 3 箇所に雨量計を設置して、雨量の観測も行った。これらの観測機器から得られた実測データと、実測データを用いた PWR I モデルによる解析結果との同定を行うことによって、モデルの妥当性について考察を加えることが可能となる。

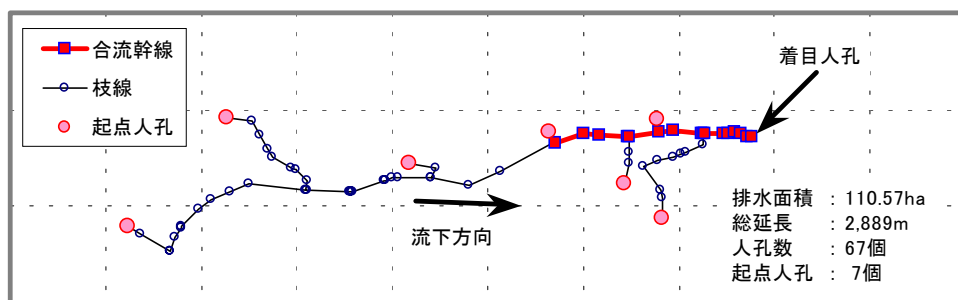


図-2 対象流域 a 管路ネットワーク (250m 格子)

3.2. 実測データを用いた PWR I モデル解析結果

PWR I モデルに対して平成 12 年 7 月 8 日に観測された実測データを用いて解析を行った結果を図-3 に示す。今回解析の対象とした a 流域では、図-2 中の着目人孔とその 2 つ上流側人孔との間で遮集が行われているが、観測では遮水量の計測を行っていないため、遮集の実測データが存在しない。そのため解析上は一定量差し引きを行っているが、解析値と実測値が若干ずれる箇所に関しては、これが影響していると推定される。しかしながら、解析結果のピーク流量を示す波形については、実測データとほぼ一致していることから、概ね現況の流出状況を再現できていると考えられる。

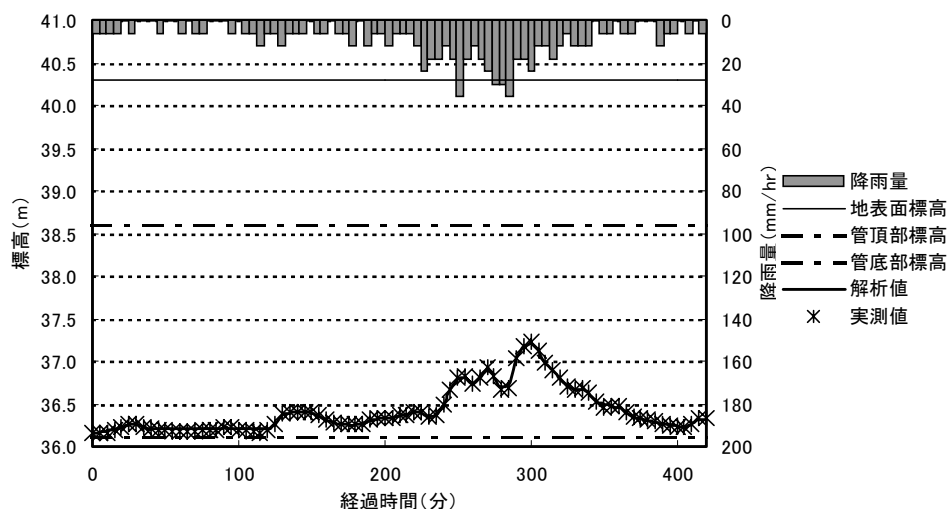


図-3 着目人孔部における実測データと解析結果

4. まとめおよび今後の課題

今回の解析では、得られた実測データの水位が地表面以下であったため、地表面氾濫についての検証は行えなかった。しかし、管路内の範囲の水位変動とはいえ、十分に良好な解析結果を得られたことから、PWR I モデルは相当の妥当性を有すると考えられる。今後は、地表面以上に達する下水道管渠内の水位データを入力し、PWR I モデルで解析が可能で、人孔部からの管路内水の吹き出し・湛水のほか、それら湛水の地表面氾濫、他の人孔部から管路への再流入等を考慮した解析を行い、その妥当性を検討することで、より実現象に即した精緻なモデルの構築を行っていく予定である。

【参考文献】

1) 吉谷純一, 木内豪, 舘健一郎, 水草浩一; 浸水被害軽減のための各種組合せに関する調査, 国土技術政策総合研究所資料 平成 12 年度下水道関係調査研究年次報告書集, 国総研資料 第 10 号 ISSN 1346-7328, pp.237-242, 2001.11