

II - 50

都市域における局所浸水・氾濫の解析

建設省土木研究所 正会員 田中 義人、正会員 栗城 稔
正会員 木内 豪、正会員 川上 哲広

1. はじめに

下水道施設の整備計画は、計画対象降雨に対して浸水はもとより圧力流れの状態にもならないことを基本として策定される。しかし、実状を考えると、計画規模を上回る降雨に対して、それらの施設による地域の治水安全度がどのくらいの降雨規模まで保証されるかを評価したり、一旦施設の能力を超える降雨が発生した場合、浸水が域内のどこで発生するかを予知し対策を講じるための判断材料が必要となる。そこで、排水路網内の流れを詳細に追跡できる数値計算モデルを作成して実流域に適用し、モデルの有効性について検討したので、その結果について報告する。

2. モデルの構成・特徴

本モデルは、都市流出の素過程を表すサブモデルで構成されており、モデルを用いた計算により対象域内の任意地点におけるハイドログラフと水位変動及び湛水深、湛水量が出力される。入力データの種類及び計算モデルのサブモデルの関連を図1に示す。土地利用データは国土地理院作成の細密数値情報の1つである。また、排水路網データは排水路諸元とネットワークを表すデータからなる。ちなみに、最近大都市を中心に下水道網データベースが整備されるようになってきている。本モデルの特徴として、①データベース（排水路網、土地利用）の利用を前提としたモデル構造、②暗渠・開渠の両方に対応、③下水道施設計画上の排水区割りを利用した地表面流出、④マンホール部における管底高の違い、局所損失を考慮などが挙げられる。

3. 各サブモデルの概要*

地表面における雨水流下の計算にはKinematic Waveモデルを用いる。集水域（亀甲図の区割り単位）の等価粗度と勾配の値は土地利用に応じた値を既往の研究を参考にし、土地利用データから集水域毎の値を定めた。各集水域からの流出は、側溝や下水道の取付管等を介して排水路網内に流入すると仮定した。排水路内の計算は、Diffusion Wave式と連続式を用いて開水路流れ、圧力流れに対応できるようにし、地表面浸水・氾濫は排水路全長から生じるとした。Diffusion Wave式の代わりにKinematic Wave式を用いることもできる。

排水路上流端での境界条件は合流点における連続式で表す（図2）。合流点水位が地盤高を越え、かつ、上流側排水路からの流入量の Q_k が当該排水路の流下能力 Q_M を上回るとき、 $V = (Q_k - Q_M) \Delta T$ が新たに地表に湛水すると仮定した。 Q_M は、開渠では排水路が満杯で等流のときの流量、暗渠では下流端で開水路流れのときは満管流量、上下流端で圧力流れのときは圧力差から定まる流量とした。排水路下流端の境界条件は、マンホールの上下流に接続する排

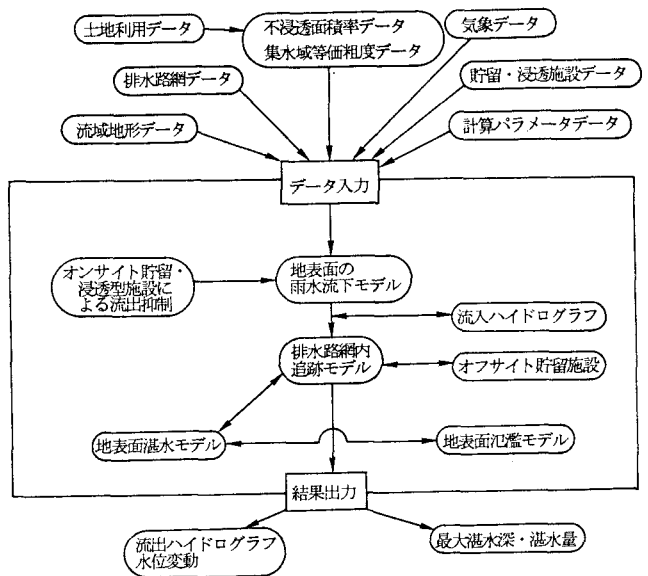


図1 モデル関連図

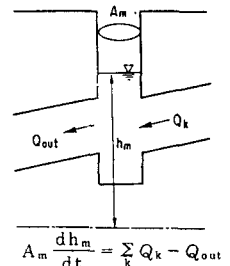


図2 排水路上流の境界条件

水路の管底高と流量の条件に応じて次のように扱う。マンホール下流接続管の水位が上流管の限界水深相当の水位よりも高いときは、下流接続管の上流端水位＝上流接続管の下流端水位とし、それ以外のときは上流接続管の下流端水位＝限界水深とする（図3）。

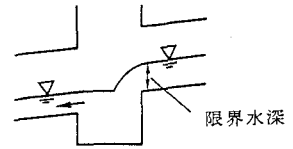


図3 排水路下流の境界条件

地表面湛水の形態には、前述のように排水路系統から地表への水の移動によるものと排水路系統に入りきれない雨水が地表に湛水するという2つがある。

後者に対応したモデルとして地表面湛水モデルを組み込んだ。このモデルでは、排水路上の計算格子点水位が地盤高を越えると雨水は排水路網に流入できなくなり、その分湛水すると仮定した。これによる湛水量を V' とすれば、全湛水量は前述の V と V' の和となる。

地表面に湛水した雨水が周辺へ分散・流下する現象を扱う地表面氾濫モデルでは、不定流の式中の慣性項を省略した運動方程式と連続式を用いた。地表面は亀甲図の区割りを利用したポンドから成るものとした。それぞれのポンドからの氾濫流向は予め決めておき、それ以外へは流れないものと仮定した。

地表面に湛水した雨水は、排水路の流下断面に余裕(空)がある場合にのみ、次の計算ステップにおける横流入量に付加した。ただし、付加する量を空断面の何割に相当する量とするかは、パラメータとして扱った。

4. 実流域への適用結果

本モデルを適用した実流域は、6年確率の計画降雨に対して下水道整備途上にある面積約100haの排水区である。この排水区で数年前に発生した集中豪雨による実績浸水域を本モデルによる計算結果と比較した(図4,5)。なお、流出量については計測されておらず、比較できなかった。

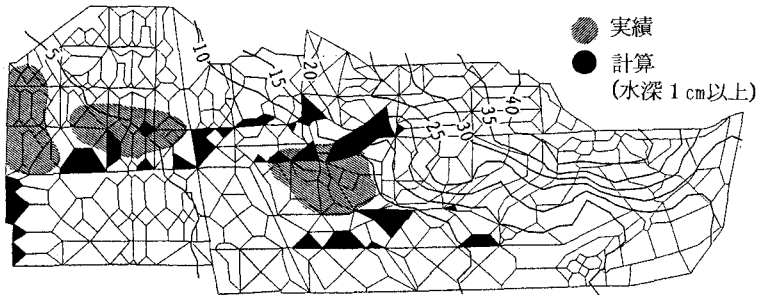


図4 実績浸水域と計算結果の比較
（地表面の氾濫計算なし）

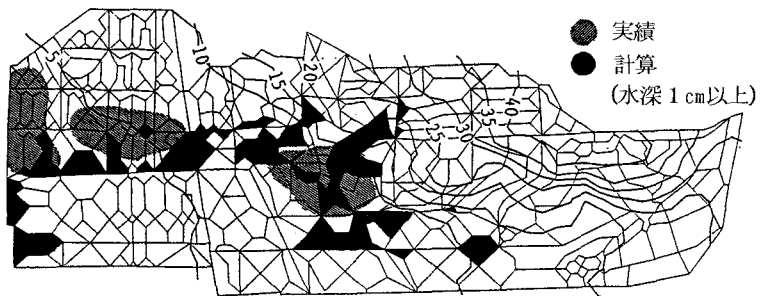


図5 実績浸水域と計算結果の比較
（地表面の氾濫計算あり）

図4は、地表面の氾濫計算は行わず、個々の排水区に湛水するだけとしたものである。図5は流向を予め設定して氾濫計算を付加したものである。実績浸水域は、床上・床下浸水が生じたとして担当部局に申請があった場所を示している。実績浸水域と計算結果の違いが生じた理由としては、1)流出係数を排水区にわたって一定値（計画の値）で与えていること、2)氾濫流向

を予め決めていること、3)排水路網諸元データが実際と異なる可能性があることなどが考えられる。

5. おわりに

欧米では20年ほど前から、都市域の流出モデルの開発・頒布が行われてきたが、国内でも最近になって下水道の整備された都市域の流出現象を詳細にシミュレートするモデルが開発されてきている。将来的には、本報告で紹介した局所浸水を追跡できるモデルを実用レベルまで発展させたいと考えている。

*) 建設省土木研究所、都市域の流出・氾濫モデルについて、1993.3.