

SWMM法による都市下水道の流出シミュレーション

神戸大学工学部 正 員 神田 徹
 神戸大学工学部 正 員 神吉 和夫
 神戸大学大学院 学生員 増味 康彰
 神戸大学大学院 学生員 ○西山 武志

1. まえがき

近年、都市下水道流域において、豪雨時、下水マンホールからの溢水ならびにこれに伴う浸水氾濫が発生している。この問題に対処するには下水管路網の主要地点における流出の変化を定量的に把握する必要がある。一方、コンピュータマッピング技術を応用しての下水管路網情報管理が進められている。このマッピングシステムデータの活用が容易と思われる都市下水道の流出モデルにSWMM (Storm Water Management Model) 法がある。本稿では、SWMM法の実流域への適用例について報告する。

2. SWMM法による流出シミュレーション

SWMM法の流出計算部分は雨水が下水マンホールに流入するまでの流れを追跡する RUNOFF7 プログラムと下水管路網の流れを追跡する EXTRAN7 プログラムから構成されている。RUNOFF7 プログラムは流域を幾つかに分割し、それぞれを非線形のタンクと考える。分割流域の地表流はひとつのジャンクションに流入する。EXTRAN7 プログラムは下水管路網をパイプとそれを接続するジャンクションで表現し、パイプでは流量（流速）、ジャンクションでは水位（水深）を計算する。

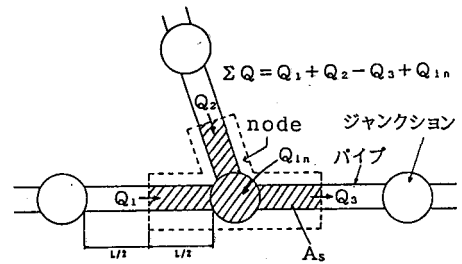


図1 node

・基礎式

開水路流れおよびパイプ流れ共にdynamic wave流れとして取り扱う。流量計算式の差分形を次に示す。

$$Q_{t+\Delta t} = \frac{1}{1 + \frac{gn^2 \cdot \Delta t}{R^{4/3}} |\bar{V}|} \left\{ Q_t + 2\bar{V} \Delta A + \bar{V}^2 \frac{A_2 - A_1}{L} \Delta t - g \bar{A} \frac{H_2 - H_1}{L} \Delta t \right\} \quad (1)$$

ここに、 Q ：流量、 V ：流速、 A ：流水断面積、 H ：水位、 g ：重力加速度、 n ：マンニングの粗度係数、 R ：径深、 L ：管長、 ΔA ：流水断面積の時間変化、 Δt ：計算タイムステップ。

ジャンクションの水位を求める式を次に示す。

$$H_{t+\Delta t} = H_t + \frac{\sum Q_t}{A_s} \Delta t \quad (2)$$

ここに、 H ：ジャンクションの水位、 A_s ：node (図1参照) の水表面積、 $\sum Q$ ：nodeの流入出量の合計。

3. モデルの実流域への適用

今回対象とした流域を図2に示す。面積は約18haで地表面の大部分が不透透性により占められている。

モデルを適用する上で、流域分割および雨水の下水管路網への流入をどのように決定するかは重要である。また、ジャンクションは通常、実際のマンホールの位置に設定するが、計算時間の短縮や大規模な流域への

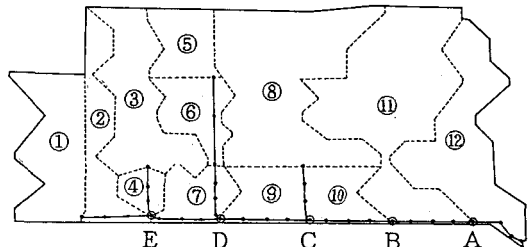


図2 流出シミュレーション対象流域

適用を考えた場合、できるだけ簡略にすべきであり、全てのマンホールをシミュレーションに取り入れる必要はないと考えられる。

これら流域のモデル化にあたっての問題点について検討するため、対象流域について、図3、4に示すような2種類の流入およびジャンクションの設定を行い、その流出シミュレーション結果を比較する。ケースIIでは、管渠の合流地点と管径および管渠勾配の変わる地点のみをジャンクションとして設定した。得られた流量および水深のハイドログラフを図5～図8に示す。

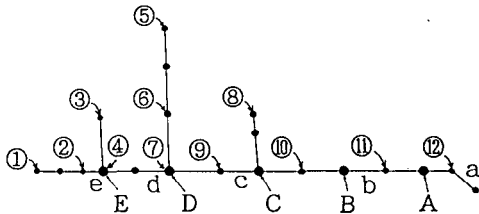


図3 下水管路網（ケースⅠ）

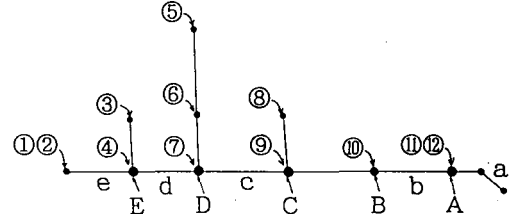


図4 下水管路網（ケースⅡ）

流量については両ケースであまり違いはみられない。パイプcでの差異は流入設定の違いによるものである。水深については明らかな差異が認められる。ピーク値について、全体の傾向としてケースIIの方が小さな値を示している。ジャンクションが減ると、nodeひとつ当たりの水表面積は増えるが、パイプの流量はあまり変わらないため、式(2)に示すSWM法の水位計算ではこのような結果になると思われる。ジャンクションAがこの傾向に当てはまらないのは、流域⑪⑫の地表流をジャンクションAに流入させたためである。また、ケースIIのジャンクションC、Dにおいて、ケースIではみられない水深の急激な変化が現れており、ジャンクションを省略した影響と考えられる。下水管路網を簡略にモデル化する方法について、さらに検討を行う必要がある。

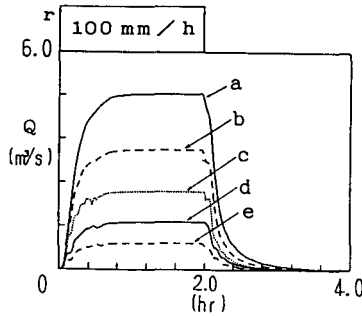


図5 流量（ケースⅠ）

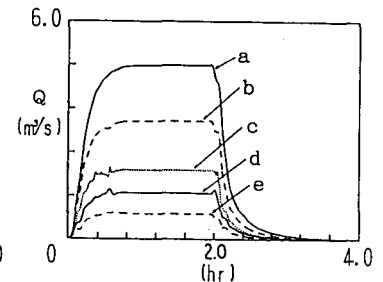


図6 流量（ケースⅡ）

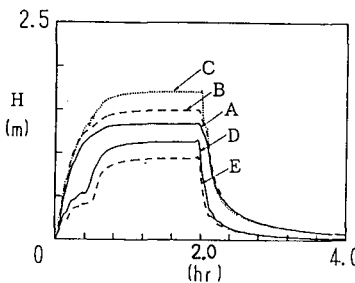


図7 水深（ケースⅠ）

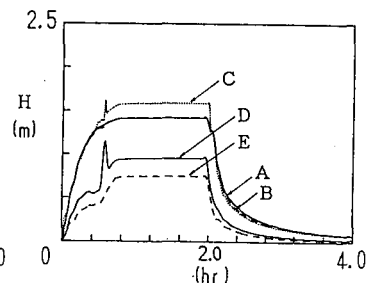


図8 水深（ケースⅡ）

4. あとがき

今後、SWM法とマッピングシステムを結びつけたデータ入出力システムの開発を進め、地表流出パラメータについて検討し、大規模な流域へのモデルの適用を行う予定である。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、愛媛大学工学部、渡辺政広助教授の御教示を得た。ここに記して謝意を表します。