

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 KOBKAEW M.
 大 阪 市 正 員 ○高城 伸一

1. まえがき

筆者らは米国で汎用されている都市流出シミュレーションモデルであるSWMM (Storm Water Management Model) 法の実用上の問題点について検討してきた¹⁾。しかし、わが国の都市流出への適用にあたっては、用いられているパラメータの決定法に課題が残されている。そこで本稿では、地表面流出計算を行うRUNOFFブロックのパラメータについてSDFP法²⁾による同定計算を行い、実流域への適用性を調べた。

2. SWMM法の概要

SWMM法の流出計算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RUNOFFブロックと下水管渠網の流れを追跡するEXTRANブロックから構成されている。RUNOFFブロックは排水流域を複数のサブキャッチメントに分割し、それをさらに浸透や凹地貯留の有無により3つのサブエリアに分け(図1)、それぞれを非線形タンクと考える(図2)。今回はRUNOFFブロックに含まれるパラメータの同定計算を行った。

RUNOFFブロックの基礎式は次式で表される。

$$A \frac{dd}{dt} = Ai - Q \quad (1)$$

$$Q = W \frac{1}{N} (d - dp)^{5/3} [1/2] \quad (2)$$

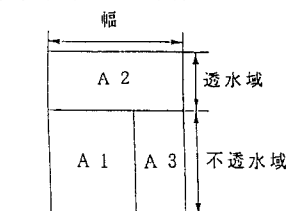


図1 サブエリア
降雨

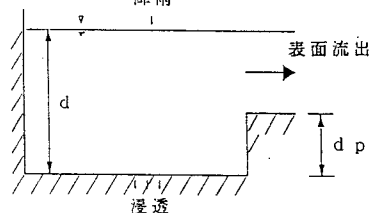


図2 非線形タンク

ここに、A：サブエリアの面積 d：サブエリア上の水深 i：有効降雨強度 (=降雨強度-浸透能)

Q：流出量 W：サブエリアの幅 N：地表面の粗度係数 dp：凹地貯留の深さ

I：サブエリアの勾配

RUNOFFブロックに含まれるパラメータを表1に示す。

3. SDFP法によるパラメータ同定計算とその結果

計算対象とした流域を図3に示す。流域面積は40.368haで、30個のサブキャッチメントに分割した。また今回同定するパラメータに関してその初期値を表1に示す。これらの初期値は既往の研究を参考にした。SDFP法で用いる評価基準Jとして本研究では次式を用いる。

$$J = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{(Q_{oi} - Q_{ci})^2}{Q_{oi}} \quad (3)$$

ここに、N：データ数 Q_{oi} ：観測値 Q_{ci} ：計算値 i：データ番号

この基準は χ^2 -基準と呼ばれるもので、ハイドログラフ全体の適合性を重視したものである。同定したパラメータ値を表1に示す。また、同定計算における実測ハイドログラフと初期パラメータおよび同定パラメータによる計算ハイドログラフを図4に示す。この結果を見ると最初のピーク流量がやや高くなったものの、ピーク流量発生時刻は初期パラメータ値による計算値での遅れを解消して実測ハイドログラフの時刻と

Tohru KANDA, Kazuo KANKI, Kobkaew MANOMAIPIBOON, Shinichi TAKI

表1 RUNOFFブロックのパラメータ

パラメータ	初期値	同定値
サブ・キャッチメントの幅(m)	固定	——
サブ・キャッチメントの面積(ha)	固定	——
サブ・キャッチメントの勾配	固定	——
サブ・キャッチメントの不浸透面積率(%)	70.0	62.17
浸透面の等価粗度係数($m^{-1/3} \cdot s$)	0.1	0.049
不浸透面の等価粗度係数($m^{-1/3} \cdot s$)	0.01	0.004
浸透面の凹地貯留 (mm)	4.0	4.43
不浸透面の凹地貯留 (mm)	1.5	1.50
Horton式での初期浸透能(mm/hr)	50.0	59.33
Horton式での終期浸透能(mm/hr)	5.0	6.37
Horton式での減少係数(1/sec)	0.001	0.0008

よく一致している。また、ハイドログラフの形については、立ち上がり部は大きく変わっていないが、低減部はその減衰の鈍さが改善され全体として山の鋭いハイドログラフが得られている。

また、この同定されたパラメータ値を使って他の降雨に対してシミュレーションを行った結果を図5、図6に示す。これを見ると、図(a)におけるピーク付近の流量が少し高くなったものの、それ以外はほぼ良好な結果が得られた。

4. あとがき

今回行った同定計算を通してSDFP法のSWMM法のパラメータ同定手法としての有効性を確かめることができた。ただし、同定計算結果によれば、不浸透面における粗度係数が0.004とかなり小さい値となったが、これは流域の分割の仕方やサブキャッチメントの幅や勾配の決め方によって変動するので、SWMM法の適用性を高めるためには、それらの方法を検討していかなければならない。そのために、今後さらにいくつかの降雨や他流域に対して同定計算を行うつもりである。

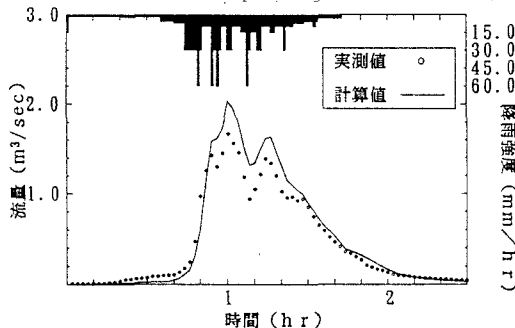


図5 シミュレーション結果(a)

参考文献：1) 神田 徹・神吉和夫・西山武志：下水道台帳システムを利用した都市下水道の雨水流出解析システム，水工学論文集，第39巻，1995。

2) 角屋 睦・永井昭博：流出解析手法－SDFP法による貯留関数の最適同定－，農業土木学会誌，第48巻，第11号，pp. 851-856。

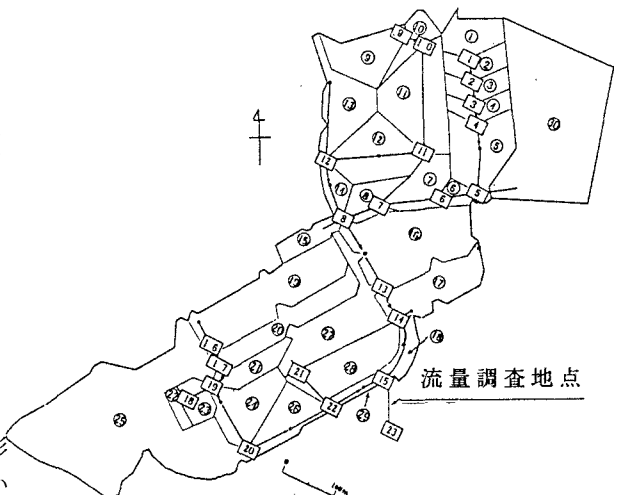


図3 対象流域

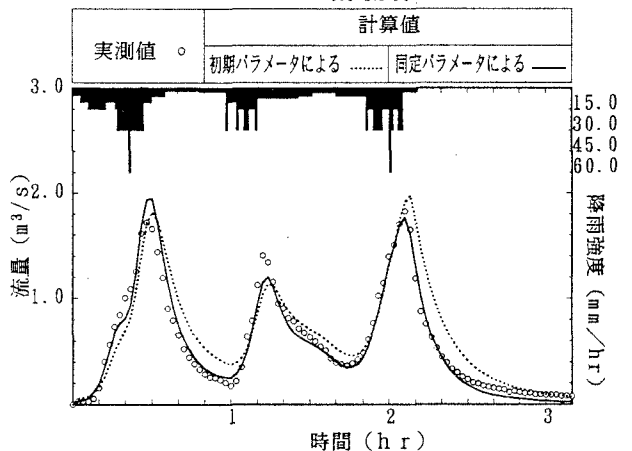


図4 同定計算結果のハイドログラフ

図4 同定計算結果のハイドログラフ

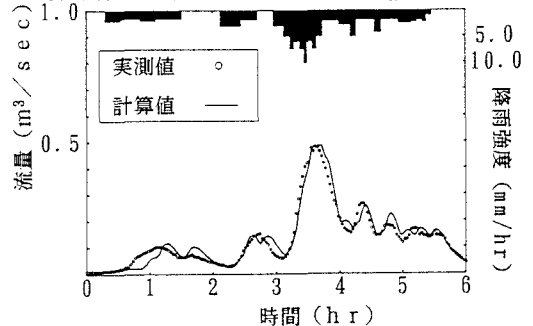


図6 シミュレーション結果(b)