

SWMM (Ver. 4) の適用性に関する検討

愛媛大学工学部 正 員 渡辺政広
愛媛大学大学院 学生員 石丸久人
愛媛県土木部 正 員 〇石田幸伸

都市下水道流域の雨水流出と汚濁負荷流出に関するシミュレーション・モデルは共に、これまで、数多く開発されている。これらの中でも、SWMM (Storm Water Management Model) ¹⁾ は、現在、実用性の非常に高いモデルとして、アメリカ、カナダ、ヨーロッパの多くの国々で広く利用されている。しかし、SWMM の我が国の下水道流域への適用性については、これまで、これといった検討がなされていない。

本報告では、その適用性の検討の第一段階として、SWMM を構成する4つのサブ・モデルの中の管渠の流出モデルである EXTRAN (Extended Transport Model) を取り上げて検討した。

1. SWMM (Ver. 4) の概要

SWMM (Ver. 1) は、米国環境保護局 (U. S. EPA) の支援を受け、幾つかの研究グループの協力のもと、1971 年に開発された。これに多くの改良が加えられ、1975 年に Ver. 2 が発表された。1981 年には、開水路流れと圧力流れが混在する管渠の流出をシミュレートしえる EXTRAN モデルが追加され、Ver. 3 がリリースされた。このとき、放流水域での水質シミュレーション・モデルが SWMM から分離・独立されている。1987 年、これまでの大型計算機の利用を前提としたプログラミングが、パーソナル・コンピュータのそれに変更されると共に、幾つかの改善が加えられ、Ver. 4 が完成した。

図-1 に示すように、SWMM (Ver. 4) は、4つのサブ・モデル (計算ブロック) から構成されている。RUNOFF ブロックでは有効降雨の算定と表面流および地下水流の追跡が、TRANSPORT および EXTRAN ブロックでは管渠での雨水流出と汚濁負荷流下の追跡が、STORAGE/TREATMENT ブロックでは雨水と汚水の浄化・処理計算が、それぞれ実行される。

2. Ver. 4 の Ver. 3 に対する主な修正・追加事項

① 地下水流出の追跡計算が RUNOFF ブロックに組み込まれている。② National Weather Service の降雨記録 (磁気テープ) が利用できる。③ マイ

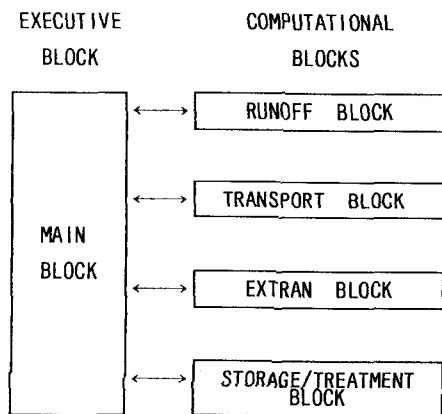


図-1 SWMM の構成

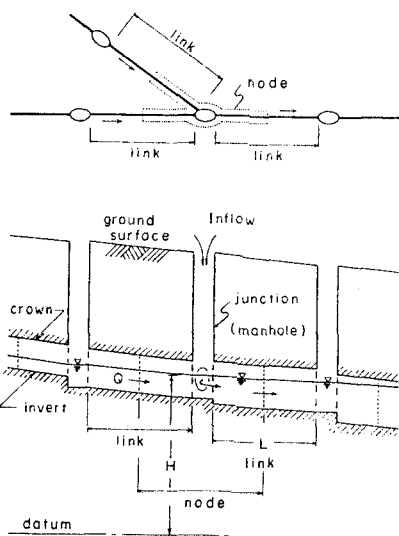


図-2 EXTRAN における link-node 表示

クロ・コンピュータでの計算を前提としている。④ 出力結果は放流水域での流出・水質シミュレーション・モデルである DYNHYD4 および WASP4 の入力データとしてそのまま利用できる。⑤ 入力データの記述形式（フォーマット）に関する制約はほとんど取り除かれている。

3. EXTRAN の概要^{1), 2)}

管渠の流れを dynamic wave 流れとして取り扱う。管渠システムを link-node 表示し、link に対しては運動方程式を、node に対して連続式を適用する（図-2）。

また、基礎式の数値計算には、陽形式の差分法を用いている。

4. 適用性（EXTRAN）の検討

松山市街地の下水道管渠網で見られる標準的な諸元をもつ簡単な管渠システム（図-3）を対象に検討した。ここで、検討対象とした出水は、図-3に示すように、管渠システムの下流端で等流れ状態から急激に水面（水位）が上昇し、開水路流れから圧力流れへの遷移が上流へ進行する非定常流である。なおこれまでの検討から、こうしたタイプの出水において最も計算の不安定が発生し易いことが分かっている。

直径 $D=2\text{ m}$ 、こう配 $S_0=0.0025$ 、粗度係数 $n=0.015$ 、全管渠延長 $L=1,080\text{ m}$ （90 m/本 $\times$ 12 本）、土被り $T_G=3.0\text{ m}$ の管渠システムにおける、初期等流水深 $h_0=0.60\times D=1.2\text{ m}$ 、水位上昇速度 $=4.8\text{ m/min}$ （上昇高 $=3.30\text{ m}$ ）のときの流出シミュレーション結果の例を、図-4に示す。

本ケースは、各種の管渠システム、初期等流流れ、水位上昇速度のもとでここに行なった流出シミュレーションの中でも、水位・流量ハイドログラフの変動に最も大きい不安定性が現れていたケースである。

これらより、こうした非常に急激な水位・流量変動を伴う出水に対しても、SWMM-EXTRAN によれば、安定したかつ実用し得る流出シミュレーション結果の得られることが分かる。

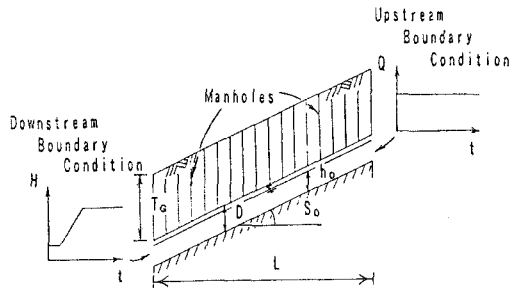
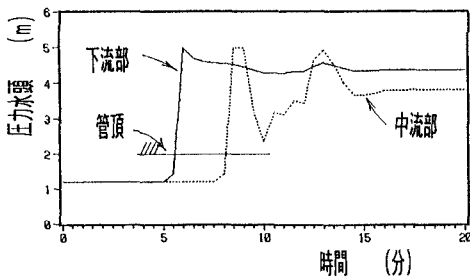


図-3 管渠システム

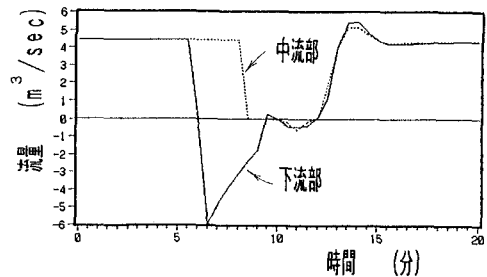
参考文献

1) Huber, W. C. and Dickinson, R. E.: Storm Water Management Model, Ver. 4 : User's Manual, EPA/600/3-88/001a, 1988.

2) Roesner, L. A. and Aldrich, J. A.: Storm Water Management Model, Ver. 4 : Part B, EXTRAN Addendum, EPA/600/ 3-88/001b, 1988.



(a) 圧力水頭ハイドログラフ



(b) 流量ハイドログラフ

図-4 流出シミュレーション結果