

II-58

下水道流域の汚濁負荷流出シミュレーション・モデル

愛媛大学工学部 正 員 渡辺 政広
愛媛大学大学院 学生員 藤田 和博
愛媛大学大学院 学生員 時尾 嘉弘

合流式下水道流域における汚濁負荷流出シミュレーション・モデルについて、雨水流出に修正RRL法、汚濁負荷流出に土研モデルを用いる方法¹⁾を取り上げ、本法の適用性について検討を進めている²⁾。

本文では、修正RRL法における等到達時間域図を作成する際の雨水の流入・流下時間の算定法、ならびに土研モデルにおける汚濁負荷の流下過程の取り扱いについて、それぞれ従来の方法に改良を加えたところ、修正RRL法および土研モデルの適合性の向上を図ることができたので、これらについて報告する。

1. 解析対象流域³⁾

N市のS合流排水区（図1）を解析対象に選んだ。本排水区は、流域面積 39.5 ha、幹線管渠（ $\phi=1,650\sim600$ ）延長 1.43 km、不浸透流出面が排水区のおよそ 80 %を占める典型的な商業区域である。

2. 修正RRL法の適用性

2.1 適用上の問題点：修正RRL法による雨水流出シミュレーション結果（昭50～52年の9出水³⁾、図2, Existing）には、15分程度の時間遅れが表れる傾向が見られる。これは、等到達時間域図を作成する際の管渠内の雨水流下時間の算定に、マンニング型の満管等流流速 V_{full} を用いたためと考えられる。

2.2 モデルの改良： V_{full} の代わりに、kinematic wave 流れの伝播速度あるいはこれに準ずる値 ω を用いる。 V_{full} と $\omega=2.0\times V_{full}$ を用いる場合の等到達時間域図を比較して図3に示す（流入時間も通常の5分から $5/2.0$ 分に変更）。また、シミュレーション結果を比較した一例を図2に示す（Improved）。これらより、 $V_{full} \rightarrow \omega$ の変更により、従来のシミュレーション結果に見られた時間遅れが概ね改善されてくることが確かめられた。

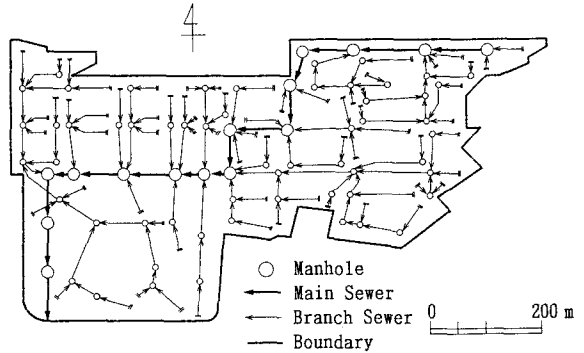


図1 解析対象排水区の管渠網

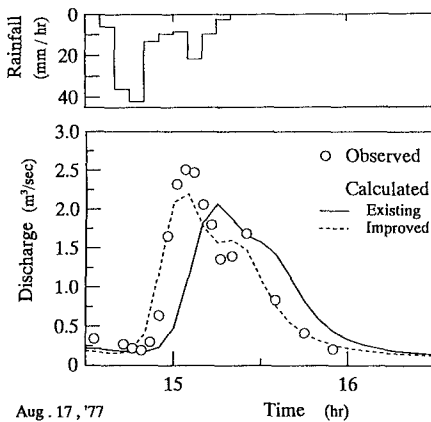
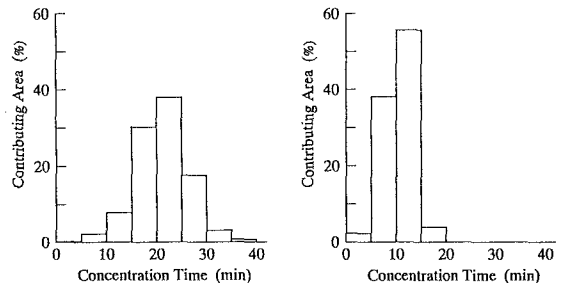


図2 雨水流出シミュレーション結果



(a) V_{full} のとき (b) $\omega=2\times V_{full}$ のとき

図3 等到達時間域図

3. 汚濁負荷流出モデル(土研モデル)¹⁾の適用性

3.1 適用上の問題点: 土研モデルでは, COD および SS は地表面上と管渠内で発生するとして, たとえば, COD の負荷流出を次式のように表している. ここに, 下添字 D は晴天時(管渠内), W は雨天時(地表面上)に関する諸量であることを表す.

$$L = L_D + L_W \cdots \cdots (1); \quad \begin{array}{ll} \text{(管渠内)} & L_D = C_D \cdot P_D^2 \cdot (Q - Q_c) \cdots \cdots (2) \\ \text{(地表面)} & L_W = (1/3.6) \cdot C_W \cdot P_W \cdot (r_e - r_{ec}) \cdot A_W \cdots \cdots (3) \end{array}$$

ここに, L, L_D, L_W : 負荷流出量 (gr/s), C_D, C_W : 負荷流出係数 ($1/\text{gr}/\text{m}^3, 1/\text{mm}$), P_D, P_W : 滞積負荷量 (gr), A_W : 降雨による負荷発生に関与する面積 (ha), Q : 流量 (m^3/s), Q_c : 限界流量 (m^3/s), r_e : 有効降雨強度 (mm/hr), r_{ec} : 限界有効降雨強度 (mm/hr).

すなわち, 式(1)および(3)から明らかなように, 掃流された地表面上の汚濁成分は直ちに流域下流端に到達するとしている. このため, 汚濁負荷流出シミュレーション結果(COD と SS, 前述の9出水)の適合度は, 図4 (Type a) に示すように, 一般に, かなり低下してくる.

これを改善するため, 式(3)の r_e に変え, 流量 Q を流域換算した有効降雨強度を用いる手法⁴⁾が提案されている. これによれば(図4, Type b), そうした適合度の低下はかなり改善されてくる. しかしながら, 基本的には, 土研モデルにおける汚濁負荷流出の追跡過程そのものを改良する必要がある.

3.2 モデルの改良: 図5に示すように, 等到達時間域を単位として, 流域を幾つかのサブ流域に分割し, サブ流域単位で, 雨水流出および汚濁負荷流出の追跡計算を行う. ここで, 汚濁負荷流出について見ると, 地表面から掃流された汚濁成分はサブ流域の管渠システムに流入するが, ここでは, この流入汚濁が全て滞積負荷成分に充当されるものとし, 管渠システムに次の連続の式を適用する.

$$dP_D/dt = D_D + L_W + \sum(L_{DU}) - L_D \cdots \cdots (4)$$

ここに, P_D : 滞積負荷量 (gr), D_D : 補給負荷量 (gr/s), L_{DU} : 上流管渠からの流入負荷量 (gr/s), L_D : 流出負荷量 (gr/s), t : 時間 (s).

図6に示すように, 本手法(Improved)により, 上述した適合度の低下をかなり改善できることが分かる.

参考文献: 1) (社)日本下水道協会: 合流式下水道越流対策と暫定指針-1982年版-, 1982. 2) 渡辺・藤田・時尾: 都市下水道流域における汚濁負荷流出モデルの適用性に関する検討, 水文・水資源学会1993年研究発表会要旨集, pp. 124-125, 1993. 3) 建設省土木研究所下水道研究室: 土木研究所資料第1478号-合流式下水道の雨天時下水に関するデータベース(その1: 自然排水区), 1979. 4) 虫明・石崎・吉野・山口: 水環境の保全と再生, 山崎堂, pp. 213-232, 1987.

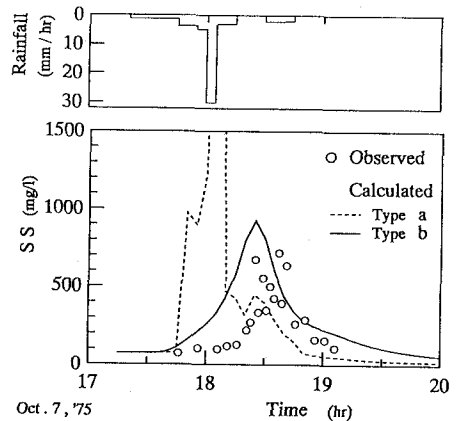


図4 ポリユートグラフ (SS)

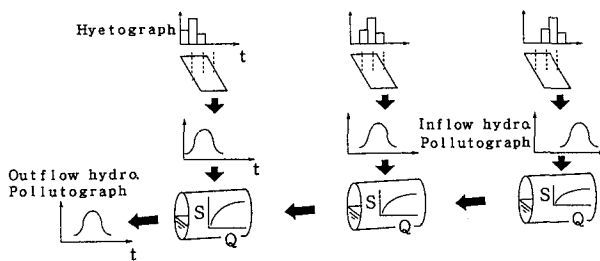


図5 Improved Model の概念図

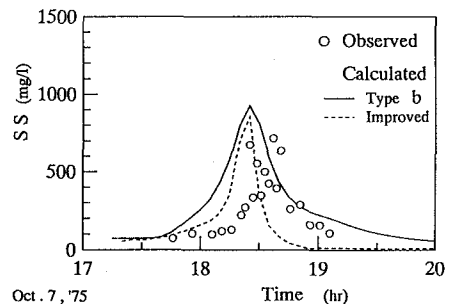


図6 ポリユートグラフ (SS)