

都市下水道流域における汚濁負荷流出シミュレーション (2)

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
大旺建設(株) 正員 平井 信彰

都市域の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法を、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実証的な立場からの検討²⁾を進めてきている。

本報では、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、それらモデルの適合性の向上を図ることができたので、この結果について報告する。

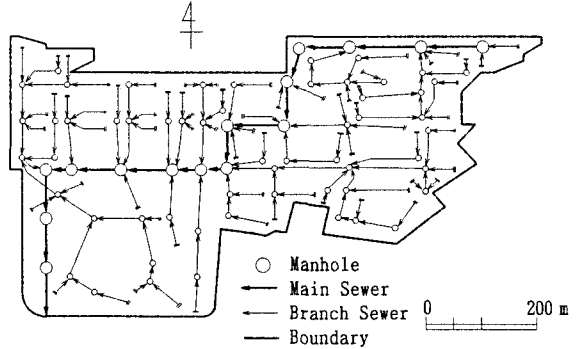


図1 解析対象排水区の管渠網

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、流域面積が39.5 ha、不透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

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。

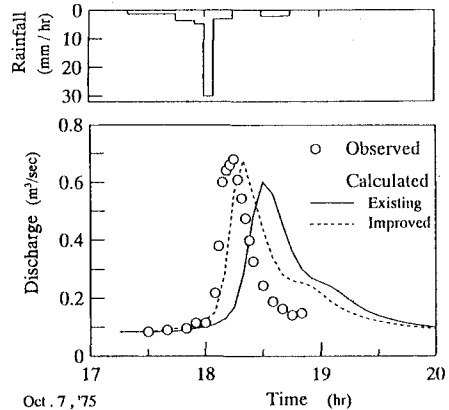


図2 雨水流出シミュレーション結果

2.2 モデルの改良

V_{full} の代わりに、kinematic wave 流れの伝播速度 ω を用いる。 V_{full} と ω ($= 2.0 \times V_{full}$) 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(Improved)に示す。

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。

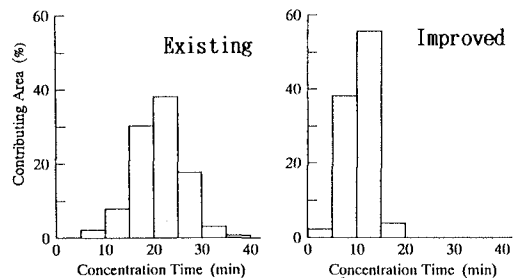


図3 等到達時間域図

3. 汚濁負荷流出モデル (土研モデル)¹⁾

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。

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

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關与する面積 (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、計算流量 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) に示すように、上の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、土研モデルの汚濁負荷流出追跡の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、掃流された地表面からの汚濁成分はサブ流域の管渠システムに流入する。この流入汚濁が、ここでは、全て滞積負荷成分に充当され、管渠システムで次の連続の式を適用する。

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

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) 日本下水道協会: 合流式下水道越流対策と暫定指針, 1982. 2) 渡辺・藤田・大西: 都市下水道流域における雨天時の汚濁負荷流出シミュレーションについて, 平成5年度土木学会中国四国支部研究発表会講演要集, pp. 172-173, 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) 史明 他: 水環境の保全と再生, 山海堂, pp. 213-232, 1987.

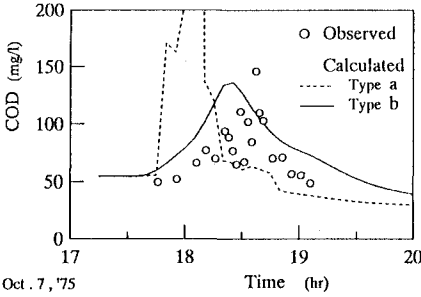


図 4 ポリユートグラフ (COD)

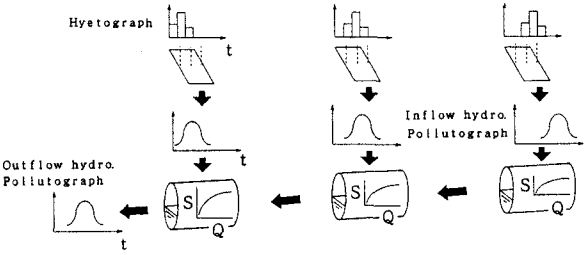


図 5 Improved Model の概念図

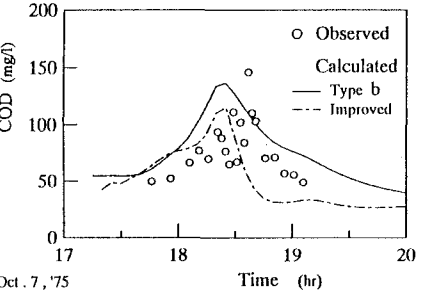


図 6 ポリユートグラフ (COD)