

集中型土研モデルによる都市下水道の雨天時汚濁負荷流出解析

愛媛大学大学院 学生員 ○仲西康剛

(株)荒谷建設コンサルタント 正 員 堀江展弘

(株)キクノ 正 員 石田和広

愛媛大学工学部 正 員 渡辺政広

1. はじめに

合流式下水道流域からの越流水による公共用水域の水質の悪化を軽減・防止するための各種対策が立案されてきている。本文では、こうした対策を立案する際に重要となる、合流式下水道流域の雨天時汚濁負荷流出解析モデルについて、わが国で従来より広く利用されてきている土研モデルを取り上げ、本モデルの改良を進めるとともに、これを市街地の一ポンプ排水区に適用し、その実流域への適用性について検討した結果を述べる。

2. 雨水・汚濁負荷流出モデル

2.1 雨水流出モデル

(修正 RRL 法)

汚濁負荷流出モデルである土研モデルと組み合わせて用いられている雨水流出解析モデルは、修正 RRL 法である。

2.2 汚濁負荷流出モデル

(集中型土研モデル)

(1) 流出面における基礎式

流出面に堆積した汚濁物質の降雨による流出の式および連続の式は、たとえば SS の場合、次式のように表される。

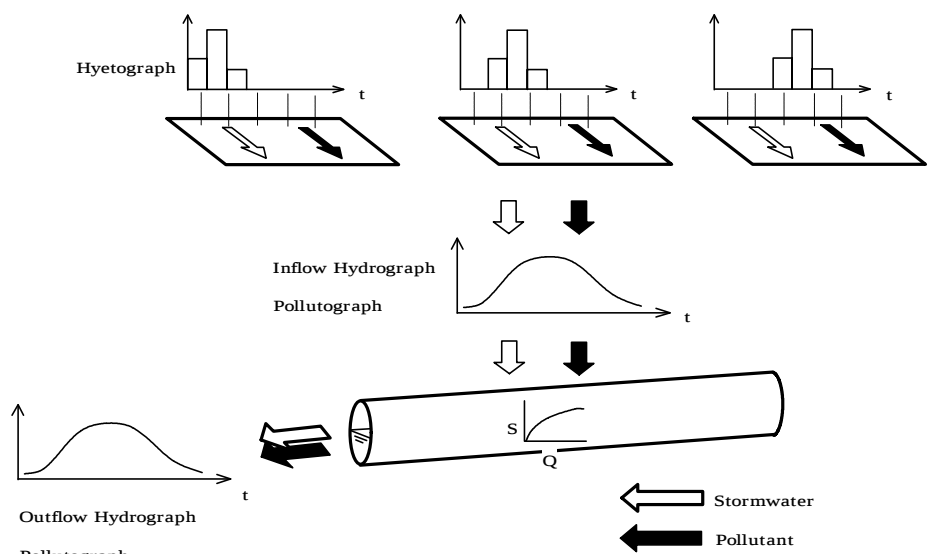


図-1 修正 RRL 法と土研モデル

$$L_{WS} = \alpha_s \cdot C_{WS} \cdot P_{WS} \cdot r_e^b (r_e - r_{ec}) \cdot A \quad (1)$$

$$A \cdot (dP_{WS} / dt) = -L_{WS} \quad (2)$$

ここに、 L_{WS} : 発生汚濁負荷量 (g/s), P_{WS} : 滞積汚濁負荷量 (g/ha), C_{WS} : 汚濁負荷流出係数 (1/mm), r_e : 有効降雨強度 (mm/hr), r_{ec} : 限界降雨強度 (mm/hr), A : 流出面の面積 (ha), t : 時間 (s), α_s : 汚濁負荷流出についての単位換算係数 $1/3600 (\text{mm/hr})^{1-b}$, である。

(2) 下水管渠システム内における基礎式

下水管渠システム内における汚濁物質の流出の式および連続の式は、汚濁を浮遊成分と掃流成分に分けて取り扱うこととすると、たとえば SS の場合、次式のように表される。

$$L_s = L_{SS} + L_{DS} ;$$

$$\text{浮遊成分: } L_{SS} = Q \cdot d_s \quad (3)$$

$$\text{掃流成分: } L_{DS} = C_{DS} \cdot P_{DS} \cdot Q(Q - Q_c) \quad (4)$$

$$\text{浮遊成分: } d(\forall d_s) / dt = a_{DS} D_{DS} + a_{WS} L_{WS} - L_{SS} \quad (5)$$

$$\text{掃流成分: } dP_{DS} / dt = (1 - a_{DS}) D_{DS} + (1 - a_{WS}) L_{WS} - L_{DS} \quad (6)$$

汚濁負荷流出, 浮遊成分, 掃流成分, 初期滞積汚濁負荷量, 負荷流出係数

渡辺政広 (〒790-8577 愛媛大学工学部環境建設工学科, Tel./Fax 089-927-9828)

ここに, α_{DS} , α_{WS} : 浮遊成分の存在割合を示す係数 ($0 < \alpha < 1$), L_S : 浮遊成分と掃流成分を合わせた発生汚濁負荷量(g/s), L_{SS} : 浮遊成分としての発生汚濁負荷量(g/s), L_{DS} : 掃流成分としての発生汚濁負荷量(g/s), C_{DS} : 負荷流出係数(s/m⁶), P_{DS} : 掃流成分としての滞積汚濁負荷量(g), D_{DS} : 補給汚濁負荷量(g/s), Q : 計算流量(m³/s), Q_C : 限界流量(m³/s), δ_S : 浮遊成分の下水管渠内における濃度

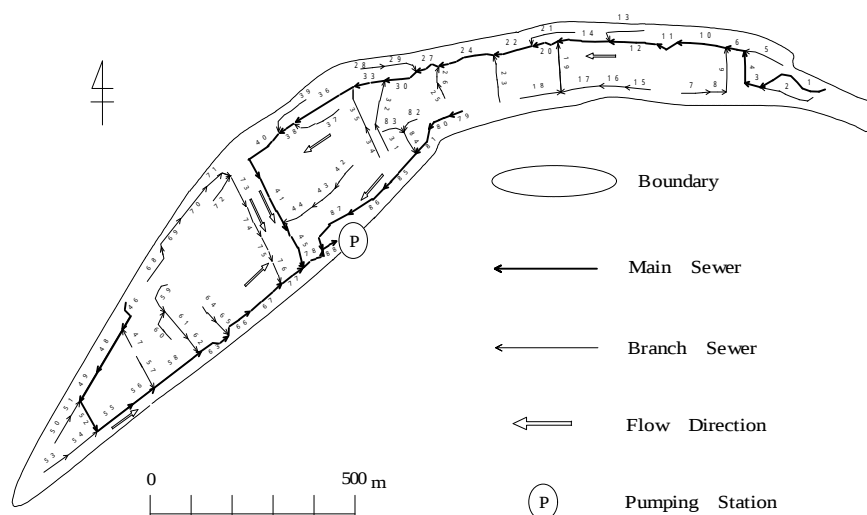


図-2 解析対象排水区の下水道管渠システム

(mg/l), V : 下水管渠内の貯留水量 (m³) である。

(3) 管渠内パラメータの算定法

初期滞積汚濁負荷量 $P_{DS,0}$ を1日の補給負荷量の1/2とする。

下水管渠に対する負荷流出係数 C_{DS} の近似値 C_{DS}' を、次式より推算する。

(晴天時の日平均SS濃度) =

$$C_{DS}' \times P_{DS,0} \times \{ \text{日平均} (Q_S - Q_C) \}$$

上の C_{DS}' と $P_{DS,0}$ を用いて、晴天時の汚濁負荷流出シミュレーションを行う。ここで、 P_{DS} は安定した値に収束しないので、1日の平均値を P_{DS}^* とする。

求める適値 C_{DS} を、次式より算定する。

$$C_{DS}' \times P_{DS}^* = C_{DS} \times P_{DS,0}$$

この C_{DS} と $P_{DS,0}$ を定数と初期滞積汚濁負荷量として採用する。

3. モデルの適用性の検討

(1) 解析対象排水区

図-2に示すように、東西に細長い形をしている。流域面積は約45.5 haで、典型的な商業地域であり、その約85%が不透流出面で構成されている。本排水区の管渠区間は約300に上り、その多くは直径250～1220mmの円形管渠により構成されている。

(2) 流出シミュレーション結果

図-3に流量、汚濁負荷流出量の計算値と実測値の比較を示す。集中型土研モデルによる流出シミュレーション結果(SSのロード・グラフ)を実測結果と対比すると、 α がいずれの値であっても、実用上、十分な精度をもつシミュレーション結果の得られていることが分かる。また、浮遊成分の割合が増大する(α の値が大きくなる)とともに、ロードグラフの応答が次第に鋭敏なものとなってゆくことも見て取れる。

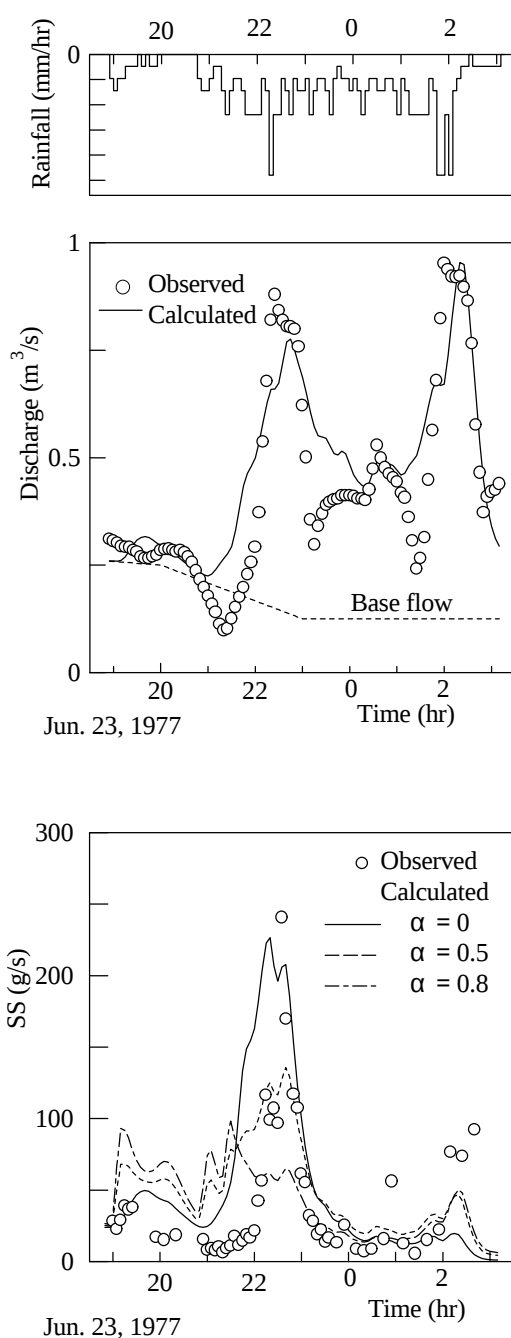


図-3 流出シミュレーション結果