

VII-7 1 浮遊成分を考慮した分布型土研モデルによる雨天時汚濁負荷流出解析

日本上下水道設計(株) 正員 ○永吉 光一
愛媛大学大学院 学生員 川田 真美
(株)NIPPO コーポレーション 正員 李 大民
愛媛大学大学院 正員 渡辺 政広

1. はじめに

各地の合流式下水道流域で、下水道管渠システムからの越流水(未処理放流水)を軽減・防止する対策の検討が進められてきているが、合理的で有効かつ実用的な対策を立案するためには、下水道流域における雨天時の汚濁負荷流出を精度高くシミュレートできる流出解析モデルが必要となってくる。本研究では、各種越流水対策の効果を正確に評価しうる流出シミュレーションが可能な分布型土研モデルを取り上げ、その実流域における適用性を検討する。

2. 分布型土研モデルの概要

既に提案している合流式下水道の雨水・汚濁負荷流出解析モデル¹⁾は、図-1のように、流域モデリング、雨水損失(有効降雨)モデル²⁾、雨水流出モデル³⁾、汚濁負荷流出モデルの4つのサブ・モデルから構成されている。

汚濁負荷流出モデルは、地表面汚濁負荷流出モデルと管渠内汚濁負荷流出モデルからなっており、ここでは、管渠内汚濁負荷流出モデルについて説明する。

本管渠内汚濁負荷流出モデルでは、集中型土研モデル⁴⁾を分布型へと改良した分布型土研モデルを用いる。下水管渠内の汚濁負荷流出について、分布型土研モデルでは、集中型土研モデルにおいて流域の下水管渠システム全体を対象に一括して適用されていた流出の式および連続の式を採用し、これら基礎式を各单位排水区の各下水管渠に適用する。図-2に示すように、下水管渠には、補給負荷(D_D)、地表面から流入する発生負荷(L_W)、上流管渠からの流出汚濁負荷が流入するとし、汚濁流出は掃流成分と浮遊成分からなるとして取り扱う。また、浮遊成分の占める割合を α で表す。

下水管渠における汚濁負荷流出の式と連続の式は、以下のように表される。

$$\text{SS} \quad L_S = L_{DS} + L''_{WS} \quad (1)$$

$$(\text{掃流成分}) \quad ; L_{DS} = C_{DS} P_{DS} Q (Q - Q_C) \quad (2)$$

$$(\text{浮遊成分}) \quad ; L''_{WS} = Q \delta_{WS} \quad (3)$$

$$(\text{掃流成分}) \quad ; dP_{DS} / dt = (1 - \alpha_S) D_{DS} - L_{DS} + (1 - \alpha_S) L_{WS} + \sum (L_{DS}) \quad (4)$$

$$(\text{浮遊成分}) \quad ; d(\sum \delta_{WS}) / dt = \alpha_S \cdot D_{DS} + \alpha_S \cdot L_{WS} - Q \delta_{WS} + \sum (L''_{WS}) \quad (5)$$

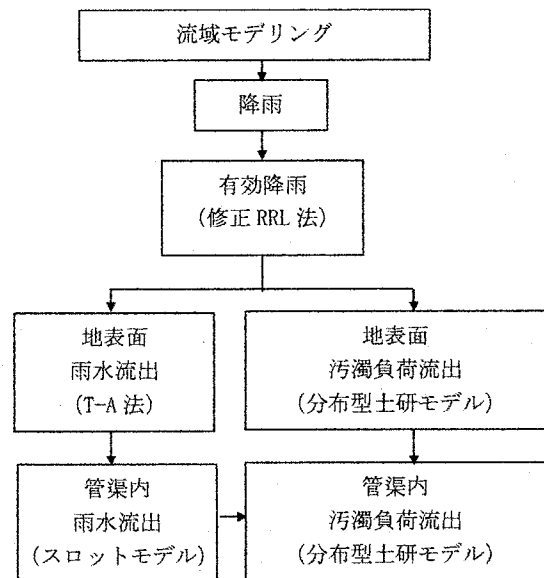


図-1 雨天時汚濁負荷流出解析モデル

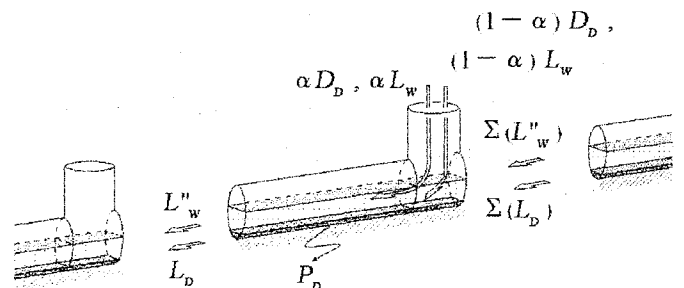


図-2 下水管渠内の汚濁負荷流出モデル

ここに、 α_s ：浮遊成分の割合を示す係数 ($0 \leq \alpha < 1$)、 L_s ：掃流成分と浮遊成分を合わせた発生汚濁負荷量 (g/s)、 L_{DS} ：掃流成分としての発生汚濁負荷量 (g/s)、 P_{DS} ：掃流成分としての滞積負荷量 (g)、 C_{DS} ：汚濁負荷流出係数 (s/m⁶)、 D_{DS} ：補給汚濁負荷量 (g/s)、 L_{WS} ：地表面からの流入汚濁負荷量 (g/s)、 $\sum(L_{DS})$ ：上流管渠よりの掃流成分としての流入汚濁負荷量の合計 (g/s)、 L'_{WS} ：浮遊成分としての発生汚濁負荷量 (g/s)、 $\sum(L'_{DS})$ ：上流管渠よりの浮遊成分としての流入汚濁負荷量の合計 (g/s)、 δ_{WS} ：浮遊成分の管渠内における濃度 (mg/l)、 Q ：計算流量 (m³/s)、 Q_c ：限界流量 (m³/s)、 V ：管渠内の貯留水量 (m³) である。

3. 分布型土研モデルの実流域への適用性に関する検討

上述した汚濁負荷流出解析モデルを、低平市街地の合流式ポンプ排水区に適用し、降雨時の雨水と水質の流出シミュレーション結果を実測結果と対比して、本解析モデルの実流域への適用性について検討した。

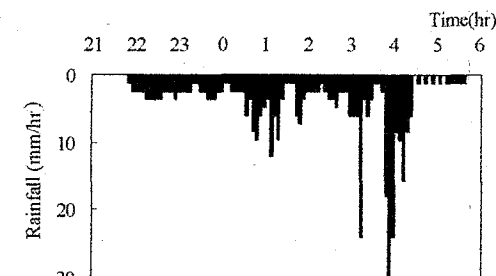
解析対象区において、数例の出水について汚濁負荷流出解析を行った。その結果の一例を、実測結果と対比して、図-3に示す。これらより、次の諸点が指摘される。1) α が異なると、ロードグラフおよびポルトグラフにも違いが現れる。2) ロードグラフおよびポルトグラフの適合度が最も高くなる α の値 (適値) が存在するようである。3) 流出シミュレーション結果 (ロードグラフおよびポルトグラフ) の実測結果に対する適合度についてみると、全般に、図-3(c), (d)に見られるように、流出の前半では全体的に計算結果が実測結果を上回り、後半では全体的に計算結果が実測結果を下回っているなど、必ずしも満足のいく適合度は得られてはいないが、シミュレーション結果は実測結果の変動の特性は十分に再現できており、本解析モデルの実流域への適用性は実用上からかなり高いものになると言えよう。

4. まとめ

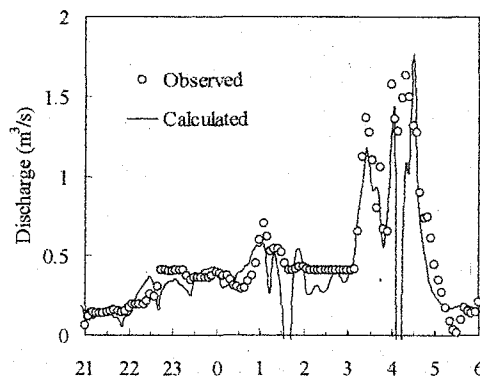
本研究では、降雨時の分布型土研モデルの実流域への適用性について検討を進めてきた。その結果、浮遊成分 (係数 α) を考慮することによって、汚濁負荷流出をより高い精度でシミュレートすることができるであろうことがわかった。

参考文献

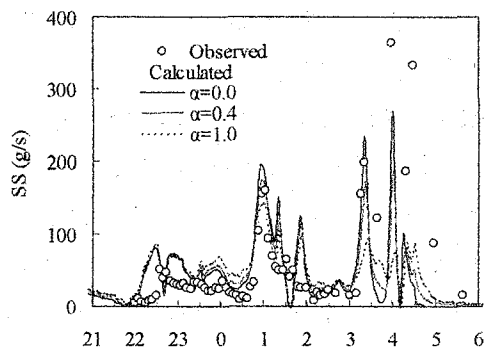
1) 永吉光一・石田和広・渡辺政広・李 大民：分布型土研モデルによる合流式下水道の雨天時汚濁負荷流出解析，水工学論文集，第49巻，pp. 1591～1596，2005年。2) 山口高志・松原重昭・山守 隆：都市における降雨流出調査第2報—修正 RRL 法による流出推定—，土木技術資料，第14巻，第11号，pp. 34～39，1972年。3) Danish Hydraulic Institute: MOUSE, An integrate modeling package for urban drainage and sewer systems, 1996。4) (社)日本下水道協会：合流式下水道越流水対策と暫定指針—1982年版—，pp. 44～68，1982年。



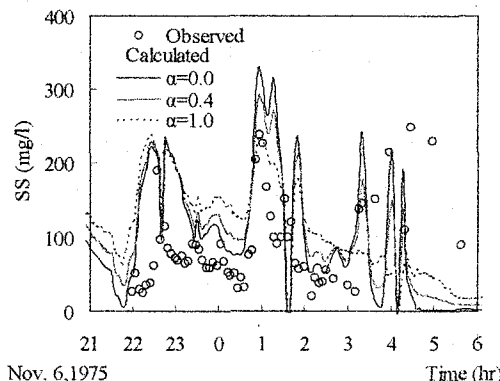
(a) 降雨ハイドログラフ



(b) 計算値と実測値の比較 (流量ハイドロ)



(c) 計算値と実測値の比較 (SS-ロード)



Nov. 6, 1975

(d) 計算値と実測値の比較 (SS-ポルト)

図-3 流出シミュレーション結果