

分布型土研モデルにおける溶解性汚濁の導入に関する検討

愛媛大学大学院

学生員 ○和田 敏彦

日本上下水道設計株式会社

正 員 永吉 光一

愛媛大学大学院

正 員 藤森 祥文

愛媛大学大学院

正 員 渡辺 政広

1. はじめに

都市域の合流式下水道において、降雨時に高濃度の汚濁を含んだ越流水が発生している。そのため、雨天時未処理排水による公共用水域の水質悪化を軽減・防止するための各種対策が立案されてきている。このような対策の効果を検討するためには、排水区地表面と下水道管渠システム内における汚濁負荷の流出を時空間的に精度高く取扱いうる流出解析モデルが必要となる。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の適応性の向上を目指し本モデルに、溶解性汚濁を組み入れることの検討を行った。

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。また、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。

管渠内汚濁負荷流出モデルは、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、集中型土研モデルにおいて流出の式および連続の式は、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が、分布型土研モデルでは、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、流出汚濁は掃流成分と浮遊成分からなるとして取り扱う。また、地表面汚濁負荷(雨天時)の浮遊成分の占める割合を α で表す。さらに、管渠内補給負荷量(晴天時)の浮遊成分を β で表す。

下水管渠におけるBODの汚濁負荷流出の式と連続の式は、以下のように表される。

$$\text{流出の式} : L_B = L_{DB} + L'_{WB} \quad (1)$$

$$: L_{DB} = C_{DB} P_{DB}^2 (Q - Q_c) \quad (\text{掃流成分}) \quad (2)$$

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

$$\text{連続の式} : dP_{DB}/dt = (1 - \beta) D_{DB} - L_{DB} + (1 - \alpha) L_{WB} + \sum(L_{DB}) \quad (\text{掃流成分}) \quad (4)$$

$$: d(\sum \delta_{WB})/dt = \beta \cdot D_{DB} + \alpha \cdot L_{WB} - L'_{WB} + \sum(L'_{WB}) \quad (\text{浮遊成分}) \quad (5)$$

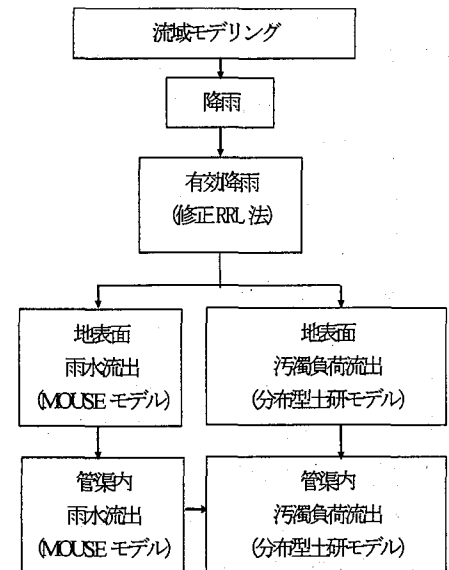


図-1 雨天時汚濁負荷流出解析モデル

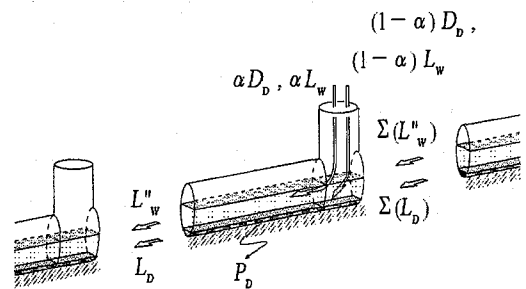


図-2 下水管渠内の汚濁負荷流出モデル

ここに、 α 、 β ：浮遊成分の割合を示す係数 ($0 \leq \alpha \leq 1$, $0 \leq \beta \leq 1$)、 L_B ：掃流成分と浮遊成分を合わせた発生汚濁負荷量 (g/s)、 L_{DB} ：掃流成分としての発生汚濁負荷量 (g/s)、 P_{DB} ：掃流成分としての堆積負荷量 (g)、 C_{DB} ：汚濁負荷流出係数 ($1/\text{m}^3$)、 D_{DB} ：補給汚濁負荷量 (g/s)、 L_{WB} ：地表面からの流入汚濁負荷量 (g/s)、 $\sum(L_{DB})$ ：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'_{WB} ：浮遊成分としての発生汚濁負荷量 (g/s)、 $\sum(L'_{DB})$ ：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_{WB} ：浮遊成分の管渠内における濃度 (mg/l)、 Q ：計算流量 (m^3/s)、 Q_c ：限界流量 (m^3/s)、 V ：管渠内の貯留水量 (m^3)、 t ：時間 (s) である。

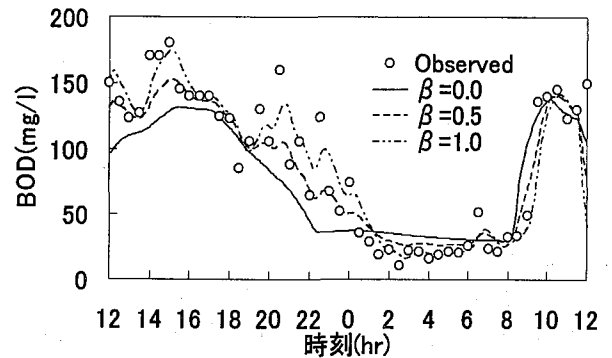


図-3 計算値と実測値の比較（晴天時）

3. 汚濁負荷流出特性のシミュレーション結果と考察

上述した汚濁負荷流出解析モデルを、合流式ポンプ排水区に適用し、汚濁流出シミュレーション結果を実測結果と比較して、本モデルの実流域への適用性について検討した。流出シミュレーションは、晴天時と雨天時の場合について、それぞれ、数例を行った。流出シミュレーション結果の一例を、実測値と比較して、図-3（晴天時）および図-4（雨天時）に示す。図-3,4より、次の諸点が指摘される。1) 図-3より、浮遊係数 β を組み入れることにより、流出シミュレーション結果の変動特性が実測のそれにより適合してくることがわかった。2) 浮遊係数 β を固定して浮遊係数 α を変化させた流出シミュレーション結果（図-4）についてみると、浮遊係数 α を組み入れることにより、流出シミュレーション結果の変動特性が実測のそれにより適合してくることがわかった。3) 浮遊係数 α および β には、適値が存在し、それらの値を用いた流出シミュレーション結果の適合度はかなり高いものとなる。

4. まとめ

本研究では、下水管渠内の汚濁には掃流成分だけでなく浮遊成分も存在するとして検討を行った。その結果、浮遊成分を考慮することにより、汚濁負荷流出シミュレーションの適合性をより向上させ得ることがわかった。

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, Inc.：MOUSE, An Integrated 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。

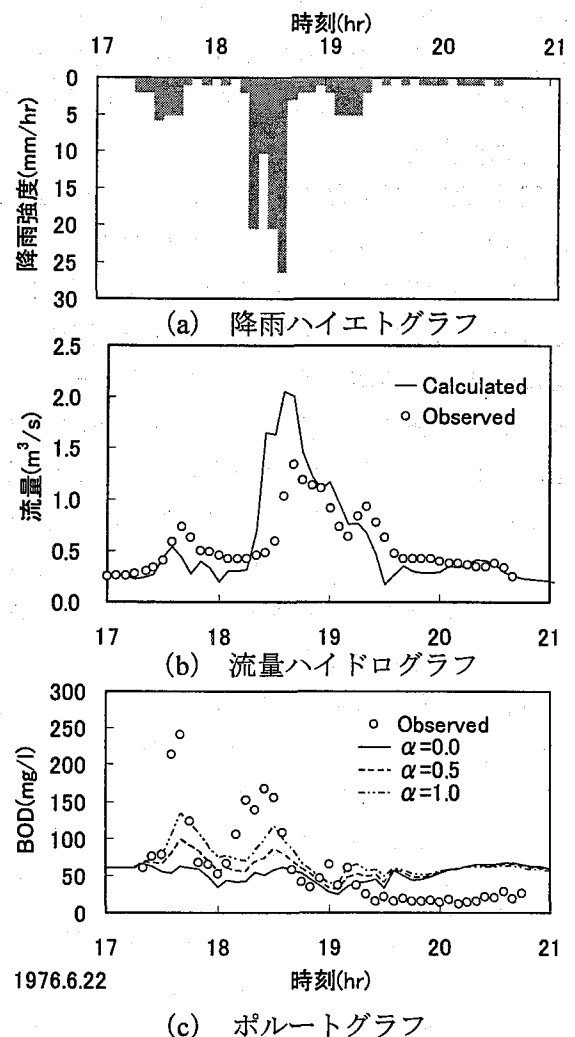


図-4 計算値と実測値の比較（雨天時）