

Ⅶ-70

合流式下水道における分布型雨水・汚濁負荷流出モデル

愛媛大学工学部 正 員 渡辺政広

愛媛大学大学院 学生員 小林康司

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 岡田将人

1. はじめに

わが国の合流式下水道流域の下水管渠システム内には、今後、CSO 対策のための各種流出制御施設が数多く設置されるようになると予測される。したがって、下水管渠システム内で発生する、せき上げ背水、低下背水、圧力流れなどを伴う雨水流出のもとでの汚濁負荷流出を精度高くシミュレートしえる分布型の雨水・汚濁負荷流出解析モデルが必要となってくる。

本文では、従来より用いられてきている（集中型）土研モデルを分布型へと改良した分布型土研モデルとスロット・モデルを組み合わせた分布型の雨水・汚濁負荷流出シミュレーションモデルを提示すると共に、その実流域への適用性について検討した結果を報告する。

2. 分布型流出シミュレーションモデル¹⁾

2.1 流域モデリング

流域が多数の単位排水区（図-1）からなるとしてモデル化する。ここに、単位排水区は、上流マンホール、下水管渠、およびそれらの直接集水域（後述する3種の流出面から成る）から構成されている。

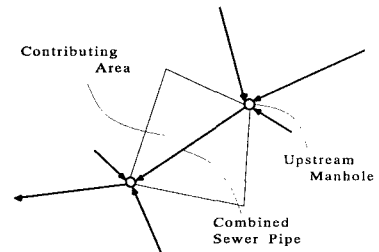


図-1 単位排水区

2.2 雨水損失（有効降雨）モデル

各種流出面を、雨水損失の無い不透水性流出面、凹地損失のある不透水性流出面、凹地損失と浸透損失のある浸透性流出面の3種に分類し、修正 RRL 法における雨水損失算定法を採用し、各流出面の有効降雨を算定する。

2.3 雨水流出モデル

(a) 地表面流出：上述した3種の流出面上の雨水流入時間が時空間的に一定であるとし、合理法によりマンホールへの流入ハイドログラフを算定する。

(b) 管渠内流出：ここでは、スロット・モデルを用いる。スロット・モデルでは、下水管渠の頂部に微小幅の仮想スロットが取り付けられてあり、圧力流れも開水路流れとして取り扱う。

2.4 汚濁負荷流出モデル—分布型土研モデル—

(a) 地表面上での汚濁負荷流出：分布型土研モデルでは、集中型土研モデルにおいて、流域の地表面全体を対象に一括して適用されていた汚濁負荷流出の式と連続の式を採用し、これら基礎式を各流出面に適用する。以下に、SS に関する汚濁負荷流出の基礎式を示す。ここで、添字 i ($= 1, 2, 3$) は、各流出面上における諸量であることを示す。

$$L_{WS} = \sum_{i=1}^3 L_{WS,i}, \quad L_{WS,i} = (1/3.6) \cdot C_{WS,i} P'_{WS,i} r_{e,i} (r_{e,i} - r_{c,i}) A_{W,i} \quad (i=1, 2, 3) \quad (1)$$

$$dP_{WS,i} / dt = -L_{WS,i}; \quad P_{WS,i} = 1000 \times P'_{WS,i} A_{W,i} \quad (2)$$

キーワード：分布型土研モデル，スロットモデル，分布型モデル，雨水汚濁負荷流出，合流式下水道
連絡先：〒790-8577 松山市文京町3 愛媛大学工学部環境建設工学科，Tel.(089)927-9828, Fax 927-9831

ここに、 L_{WS} 、 $L_{WS,i}$ ：発生負荷量（gr/s）、 $C_{WS,i}$ ：負荷流出係数（1/mm）、 $P_{WS,i}$ ：滞積（残存）負荷量（gr）、 P'_{WS} ：単位面積あたりの滞積負荷量（kg/ha）、 A_{Wi} ：流出面の面積（ha）、 $r_{e,i}$ ：有効降雨強度（mm/hr）、 $r_{e,i}$ ：限界有効降雨強度（mm/hr）、 t ：時間（s）、である。また、第1下添字 W は流出面上（雨天時）に関する諸量であること、第2下添字 S はSSに関する諸量であることを示す。

(b) 管渠内での汚濁負荷流出：集中型土研モデルにおいて、流域の管渠システム全体を対象に一括して適用されていた汚濁負荷流出の式と連続の式を、各单位排水区の下水管渠に適用する。ここに、各下水管渠の上流マンホール地点には、上流からの流出汚濁負荷、直接集水域からの流出汚濁負荷および補給汚濁負荷が流入することとなる。以下にSSに関する汚濁負荷流出の基礎式を示す。

$$L_{DS} = C_{DS} P_{DS} Q(Q - Q_c) \dots\dots\dots (3)$$

$$dP_{DS}/dt = D_{DS} - L_{DS} + L_{WS} + \sum(L_{DS}) \dots\dots\dots (4)$$

ここに、 L_{DS} ：発生負荷量（gr/s）、 C_{DS} ：負荷流出係数（1/gr/m³）、 P_{DS} ：滞積負荷量（gr）、 D_{DS} ：補給負荷量（gr/s）、 $\sum(L_{DS})$ ：上流の下水管渠よりの流入汚濁負荷量の合計、 Q ：スロット・モデルによる計算流量（m³/s）、 Q_c ：限界流量（m³/s）、また、第1下添字 D は下水管渠内（晴天時）に関する諸量であること、第2下添字 S はSSに関する諸量であることを示す。

3. モデルの適用性に関する検討

上述した分布型流出解析モデルを、低平な市街地（商業地域）の一合流式ポンプ排水区（面積 45.5 ha、不透透域 85%）に適用した。

流出シミュレーションの結果の一例を、図-2 および 3 に示す。

まず、雨水流出のシミュレーション結果を見ると（図-2 (d)）、おおむね実測結果をよく再現する結果の得られていることが分かる。次に、汚濁負荷流出のシミュレーション結果を見ると（図-3）、全体的には、精度高い結果が得られているとはいえないが、抑制されたあるいは加速された汚濁負荷の流出特性はよく再現された結果の得られていることが分かる。

参考文献

- 1) 渡辺政広・永吉光一・岡田将人：合流式下水道流域における雨天時汚濁負荷流出の分布型非定常解析モデル、環境工学研究論文集、第35巻、pp. 73-84、1998.

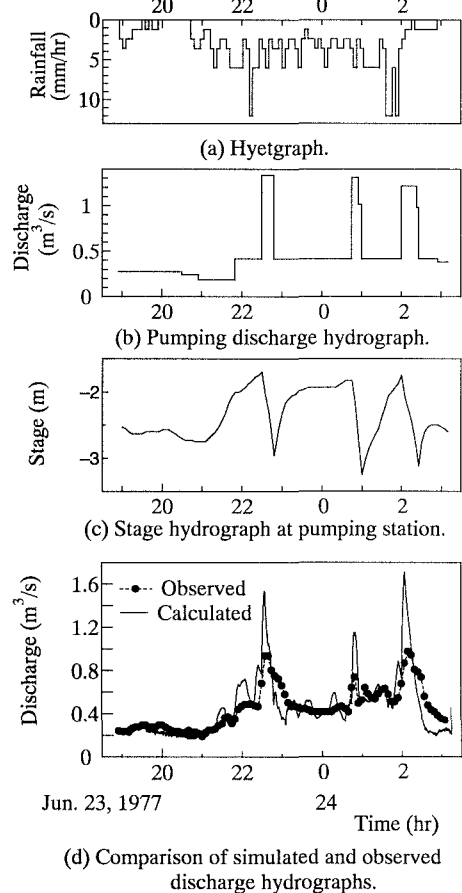


図-2 観測記録および計算流量ハイドロと実測流量ハイドロの比較

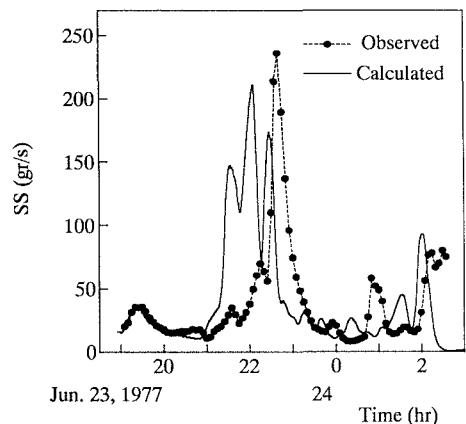


図-3 汚濁負荷流出シミュレーション結果