

土研モデルによる雨天時汚濁負荷流出シミュレーションの改良に関する検討

愛媛大学工学部 正 員 渡辺 政広
 日本建設コンサルタント(株) 正 員 藤田 和博
 松 山 市 正 員 ○谷口 貞広

都市下水道流域の汚濁負荷流出をシミュレートする土研モデル¹⁾の適用性について検討を進めているが、本報告では、土研モデルの適合性と汎用性を向上させるための方向性について、実際の排水区において検討した結果を述べる²⁾。

1. 解析対象流域³⁾

解析対象の排水区は、流域面積約40haの典型的な商業地域で、排水区全体の約80%が不透透流出面で構成されている。また、本排水区で観測された9出水（昭50～52年）の降雨、流出（流量と水質(BOD, COD, SS)）データを解析の対象資料に選んだ。

2. 土研モデルの適合性・汎用性の向上に関する考察

土研モデルの適合性と汎用性を向上させるためには、新たに、以下の諸点をモデルに組み入れる必要があると考えられる。

- ① 下流からの背水の影響を評価し得ること。
- ② 土地利用形態の違いに起因するところの、雨水損失や汚濁負荷流出の流域内での不均一性を考慮し得ること。
- ③ 流域内の任意地点に雨水・汚濁負荷流出の制御・削減施設を設置する場合でも、特別な取扱いを必要とすることなく、適用が可能であること。
- ④ 管渠を流下する汚濁負荷成分については、一般に、管渠に堆積し掃流される成分と、浮遊し流される成分とから構成されていると考えられる。したがって、これまで特には考慮されることのなかった浮遊成分をも考慮した取り扱いが必要である。
- ⑤ ②～④の要件を満たすためには、図-1に示すように、流域を幾つかのサブ・流域（あるいは、流域の地表面システムと管渠システムを幾つかのサブ・システム）に分割して取り扱う必要がある。
- ⑥ すなわち、雨水排水系統と等到達時間域図を考慮し、排水区（流域）を幾つかのサブ・流域に分割する。また、雨水流出と汚濁負荷流出の追跡計算は、サブ・流域を一つの単位として遂行する。

3. モデルの基礎式

上述の諸点を組み入れた土研モデルを、ここでは、改良モデルと呼ぶこととする。

改良モデルの汚濁負荷流出の基礎式を、たとえば、CODの場合について示すと、以下になる。

$$\text{運動方程式: } L_C = L_{DC} + L'_{WC} \cdots \cdots (1)$$

（管渠内・堆積）

$$L_{DC} = C_{DC} \cdot P_{DC}^2 \cdot (Q - Q_C) \cdots \cdots (2)$$

（管渠内・浮遊）

$$L'_{WC} = Q \cdot C'_{WC} \cdots \cdots (3)$$

（流出面）

$$L_{WC} = (1/3.6) \cdot C_{WC} \cdot P_{WC}' \cdot (r_e - r_{ec}) \cdot A_W \cdots \cdots (4)$$

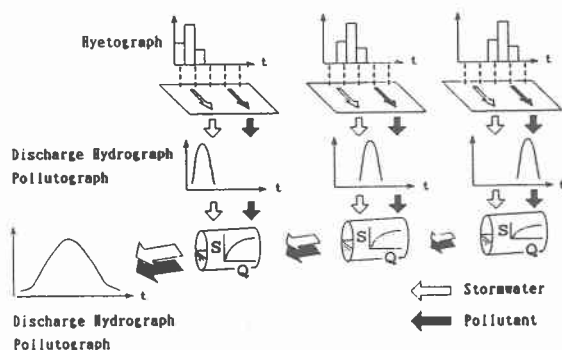


図1 モデルの改良の概念図

連続の式：（管渠内・堆積）： $dP_{DC}/dt = D_{DC} - L_{DC} + (1 - \alpha) \cdot L_{WC} + \Sigma(L'_{DC})$ (5)

（管渠内・浮遊）： $d(S \cdot C'_{WC})/dt = \alpha \cdot L_{WC} - Q \cdot C'_{WC} + \Sigma(L'_{WC})$ (6)

（流出面）： $dP_{WC}/dt = D_{WC} - L_{WC}$ (7)

； $D_{WC} = D_{WC'} \cdot A_w$ (8), $P_{WC} = 1000 \times P_{WC'} \cdot A_w$ (9)

ここに、添字 C は COD に、添字 D および W は、それぞれ、晴天時（管渠内）および雨天時（流出面上）に関する諸量であることを示す。また、 L_c , L_{WC} ：発生負荷量 (gr/s), L_{DC} および L'_{WC} ：掃流成分および浮遊成分としての発生負荷量 (gr/s), $\Sigma(L_{DC})$ および $\Sigma(L'_{WC})$ ：上流管渠からの掃流成分および浮遊成分としての流入負荷量 (gr/s), C_{DC} , C_{WC} ：負荷流出係数 (1/gr/m³, 1/mm), P_{DC} , P_{WC} ：堆積負荷量 (gr), $P_{WC'}$ ：単位面積当たりの堆積負荷量 (kg/ha), C'_{WC} ：管渠内貯留水の濃度 (mg/l), S ：管渠内貯留水量 (m³), α ：係数 ($\alpha = 1$ のとき全てが浮遊成分, $\alpha = 0$ のとき全てが掃流成分となる), D_{DC} , D_{WC} ：補給負荷量 (gr/s), $D_{WC'}$ ：単位面積当たりの補給負荷量 (gr/s/ha), A_w ：降雨による負荷発生に關与する面積 (ha), Q ：修正 RRL 法による流量 (m³/s), Q_c ：限界流量 (m³/s), r_e および r_{ec} ：有効および限界降雨強度 (mm/hr), t ：時間 (s)。

4. 改良モデル (Distributed Model) の適用

対象排水区を16のサブ・流域に分割し（図2），管渠内初期堆積負荷量がサブ・流域の面積に比例するとして管渠内パラメータを求め（表1），雨天時流出シミュレーションを行った（図3）結果，当初の土研モデル (Lumped Model) に対し，適合度の改善が図られてくるのがわかった。

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年。2）渡辺政広・藤田和博・時尾嘉弘：都市域の合流式下水道排水区における雨天汚濁負荷流出シミュレーション・モデル，環境工学研究論文集，第31巻，pp. 117-128, 1994年。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年。

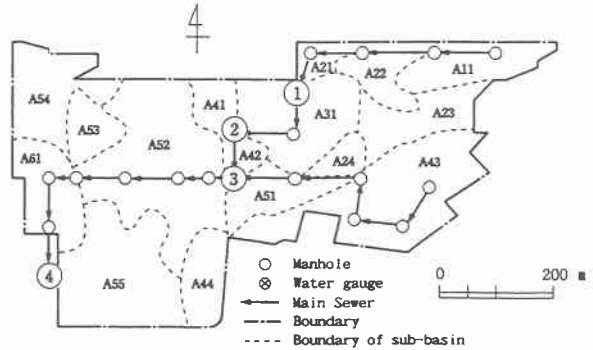


図2 流域の分割

表1 汚濁負荷流出の管渠内パラメータ

Distributed Model					
Sub - Area	C_{DC} (1/gr/m ³)	P_{DC} (g)	Sub - Area	C_{DC} (1/gr/m ³)	P_{DC} (g)
A11	6.21E-7	1.20E+4	A43	1.23E-7	2.69E+4
A21	6.01E-6	3.84E+3	A44	8.89E-6	3.16E+3
A22	2.99E-6	5.45E+3	A51	9.91E-7	9.46E+3
A23	7.86E-7	1.06E+4	A52	5.25E-8	3.16E+4
A24	1.48E-5	2.44E+3	A53	3.42E-6	5.10E+3
A31	3.28E-7	1.65E+4	A54	4.30E-7	1.44E+4
A41	4.52E-6	4.43E+3	A55	1.68E-7	2.30E+4
A42	1.27E-5	2.65E+3	A61	1.52E-6	7.64E+3

Lumped Model	
$C_{DC} = 3.09E-9$ (1/gr/m ³), $P_{DC} = 1.79E+5$ (g)	

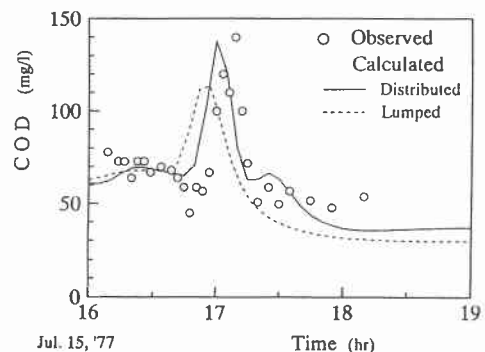


図3 流出シミュレーション結果