

II-382 水質タンクのモデル構造に関する2, 3の検討

建設技術研究所 正員 長谷川祐一
 京都市役所 正員 清水稔也
 立命館大学理工学部 正員 山田 淳

1. はじめに

著者らは流出解析手法であるタンクモデル（以下、流量タンク）を用いた水質タンクモデルを構築し、汚濁物流出解析を実施して高い再現性を得てきたが、さらに汚濁物の流出特性に適したモデル構造の検討が必要であると思われる。本報告では水質タンクモデルの構造比較を行い、若干の検討結果を示すものである。

2. 水質タンクのモデル構造

(1) 汚濁物流出の基礎式 水質タンクからの汚濁物流出は、図-1に示す流量タンク内に汚濁物が堆積するフルイを設置し、タンク内水位 X と汚濁物堆積高 S により次式で表現する。

$$X \leq S \text{ のとき、 } L = \alpha X \cdot \frac{1}{X} \int_0^X \beta f(x) dx \quad \text{----- (1)}$$

$$X > S \text{ のとき、 } L = \alpha X \cdot \frac{1}{X} \int_0^S \beta f(x) dx \quad \text{----- (2)}$$

ここに、 L ：汚濁物流出高、 α ：流量タンク流出係数、 β ：水質タンク流出係数、 αX ：流量流出高
式(2)は汚濁物堆積高 S が水位 X を下まわり希釈を生じる場合に用いる。 $f(x)$ はフルイの形状を示す X^n と、フルイ上の汚濁物の堆積量を堆積高へ変換する B を用いて、 $f(x) = BX^n$ と表される。

(2) 水質タンクの連結構造 タンク 表-1 水質タンクのモデル構造の分類

への汚濁物の供給およびタンク間の汚濁物（垂直）移動より、表-1に示す直列型、混合型の2タイプのモデル構造を仮定し、両者の比較を行う。直列型では中段、下段の各タンクからの流出成分はタンク入力成分に対して n 次遅れとなるが、混合型では並列的に配分される入力成分に対して、1次遅れの流出成分を考慮している。

(3) 発生源との関連性 3段連結の水質タンクモデルでは上段、中段タンクからの汚濁流出を非特定汚濁源、下段タンクは特定汚濁源によるものと仮定した。

分類項目	直列型	混合型
1) 汚濁物の移動経路		
2) 汚濁物の供給と垂直移動	上段タンクより供給され堆積量に応じたフルイ通過の移動分（一定率）が直列的に下側へ供給される。	各タンクへ配分比に応じた一定量が並列的に供給されるとともに、水位変化に応じたフルイ通過の移動分が下側へ直列的に供給される。
3) 汚濁物の流出（水平移動）	n 次の時間遅れによる流出	低水時の1次の時間遅れと高水時の n 次の時間遅れによる流出

さらに上段タンクはドライエリア（上部流出孔；山地負荷、下部流出孔；市街地負荷）、中段タンクはウェットエリア（河川、水路、側溝）に由来したものと想定した。

3. シミュレーションの概要

(1) 流量タンクモデル 淀川流域のうち天ヶ瀬ダム（琵琶湖）、高山ダムの各流域を除いた残流域を対象に、枚方地点流量（昭和54年～56年）を用いた直列3段型のタンクモデルを作成し、タンク定数は直交表による割り付けを用いた実験計画法の逐次計算により決定した。

(2) 供給負荷量の算定 水質項目は濁度、過マンガン酸カリウム消費量、BOD、アンモニア性窒素と

して、実測水質（柴島、庭窪）およびタンクモデル流量から各タンク流出平均負荷量を推定し、タンク入力負荷量（直列型）と各タンク配分率（混合型）を与えた。

(3) パラメータの決定方法

フルイ形状は直列型、混合型とも同形として、水質項目別の n 値を各タンク水位とタンク別流出水質（推定値）との相関性より与えた。次いで試行計算によってタンク構造ごとに水質流出係数 β を定め、さらに水質項目の流出特性に

表-2 水質タンクモデルのパラメータの概要

水質項目	タンク区分	直 列 型					混 合 型				
		供給係数 配分率	流出係数 β	フルイの構造			供給係数 配分率	流出係数 β	フルイの構造		
				n	B	通過率			n	B	通過率
濁 度	上段上部	1.000	0.4	0.0	250	0.01	14	0.189	0.3	0.0	300
	上段下部		0.4	1.0	40	0.01	14	0.615	0.3	1.0	60
	中段		0.4	1.0	20	0.001	26	0.027	0.5	1.0	15
	下 段		0.2	0.0	50		6	0.169	0.7	0.0	28
KMnO ₄ 消費量	上段上部	1.000	0.4	0.0	50	0.01	6	0.056	0.3	0.0	35
	上段下部		0.4	0.0	6	0.01	6	0.448	0.3	1.0	13
	中段		0.4	0.0	65	0.001	22	0.056	0.5	0.0	65
	下 段		0.2	0.0	55		8	0.440	0.7	0.0	27
BOD	上段上部	1.000	0.4	0.0	25	0.05	0.4	0.054	0.3	0.0	30
	上段下部		0.4	0.0	30	0.2	0.1	0.203	0.3	0.0	40
	中段		0.4	0.5	3.5	0.02	0.8	0.102	0.5	0.5	10
	下 段		0.2	0.0	36		0.6	0.641	0.7	0.0	13
NH ₄ -N	上段上部	1.000	0.4	-0.5	4	0.2	0.04	0.069	0.3	-0.5	10
	上段下部		0.4	-0.5	4	0.2	0.04	0.050	0.3	-0.5	15
	中段		0.4	-0.5	1	0.2	0.03	0.103	0.5	-0.5	7
	下 段		0.2	-0.5	100		0.01	0.778	0.7	-0.5	25

適合させるため B 値およびフルイ通過率を調整した。

4. 結果と考察

図-2に示すようにタンク別の流出負荷量は直列型、混合型とも実測負荷量の流出状況を再現しており、浮遊性物質である濁度は上段、中段タンクからの流出が大半であり、希釈を生じる割合も小さく無限供給に近い状況である。溶解性の物質のアンモニア性窒素では逆に下段タンクからの流出が卓越するとともに、希釈を生じる割合も高く汚濁源の有限性を表している。

図-3に示すポリュートグラフの比較では濁度では直列型、

アンモニア窒素では混合型の適合性が良く、BOD、過マンガン酸カリウムは両型とも同程度の適合性を示した。

浮遊性の流出負荷を主体とする自然河川は直列型、人為的な負荷の流出が中心となる都市河川では混合型のモデル構造が適していると考えられる。

参考文献

- 1) 清水他：第42回年講，1987.9
- 2) 山田他：第22回水質汚濁学会講演集，1988.3
- 3) 長谷川他：第25回下水道研究発表会，1988.5

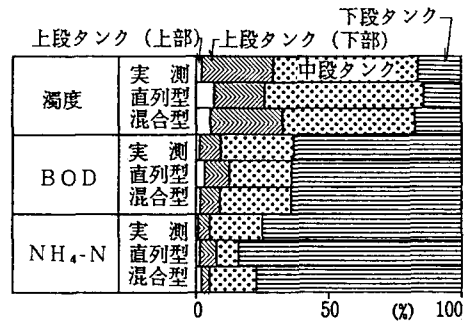


図-2 タンク別流出負荷量の比率（3年平均）
注）「実測」は流量タンクモデルの結果と実測水質による推定値

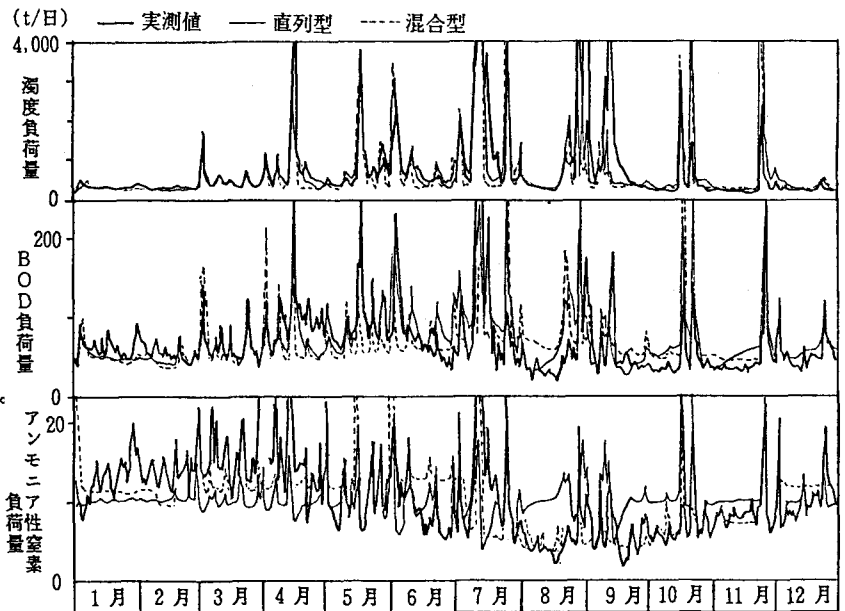


図-3 負荷量シミュレーション結果（昭和55年，計算対象領域）