

氏 名	たけ だ とく お 武 田 篤 夫
授 与 学 位	工 学 博 士
学位授与年月日	昭和 61 年 1 月 8 日
学位授与の根拠法規	学位規則第 5 条第 2 項
最 終 学 歴	昭和 24 年 3 月 東京都立工業専門学校建設科卒業
学位論文題目	合流式下水道における流出汚濁負荷の解析法
論文審査委員	東北大学教授 松本順一郎 東北大学教授 佐藤 敦久 東北大学教授 首藤 伸夫

論 文 内 容 要 旨

第 1 章 総 論

合流式下水道の改善対策を明らかにするためには、雨水吐き室、ポンプ場、処理場のすべての下水道施設から、公共用水域に放流される汚濁負荷の発生、除去に関する現状の分析及び将来予測が必要であり、そのための合理的な手法が求められている。

しかし、降雨時における合流式下水道からの汚濁負荷流出現象を定量的に把握するための従来の算定モデルでは、広範な面積をもちかつ下水道施設が複雑に配置されている流域に適用しようとした場合、データ要求量が大きく膨大な演算を必要とすることから、特定の単純な対象地域のみを検討に用いられているのが現状である。

本論文では、このような排水区にも適用できる雨天時流出汚濁負荷量算定のためのモデルを提案するとともに、この算定モデルを用いて、合流式下水道の改善対策のひとつである雨水滞水池の汚濁負荷削減効果を推定し、雨水滞水池容量の合理的な決定手法を提案するものである。

第 2 章 合流式下水道の改善のための解析手法と流出モデルの適合性

本章では、本論文で提言する合流式下水道システム改善のための解析手法の基本的考え方を述べ、また、本解析を進めるにあたっての基礎式となる修正 RRL 法、土研モデルについて検証地区において実測調査を行い、両モデルによるシミュレーション結果との対比を行ってその適合性について

確認した。

第3章 降雨に伴う流出汚濁負荷の解析

年間の雨天時流出汚濁負荷量の解析は、A処理区44排水区の中から解析対象排水区を選定し、1年間を単位として行った。

解析対象排水区について、8箇年間のシミュレーションを行い、この結果から以下の解析には1981年の降雨データを用いることとした。

解析対象排水区でのシミュレーション結果を確認するために、地域特性値を変化させたモデル排水区を設定した。モデル排水区でのシミュレーション結果を表3-12に示す。

表3-12 モデル排水区におけるシミュレーション結果

(1) モデル排水区雨天時年間シミュレーション結果 上段：路面負荷
下段：総負荷

モデル排水区	雨水流出量 ($\text{m}^3/\text{年}$)	雨水流出量	BOD流出量 ($\text{kg}/\text{年}$)	SS流出量 ($\text{kg}/\text{年}$)	COD流出量 ($\text{kg}/\text{年}$)
1	55,928	0.356	1,943	773 3,811	311 1,290
2	80,743	0.514	3,228	1,583 5,740	659 2,280
3	117,489	0.748	9,789	3,147 13,171	1,459 6,390
4	559,289	0.356	19,642	6,518 31,545	2,842 12,743
5	807,519	0.514	32,581	14,063 50,026	5,967 22,390
6	1,175,179	0.748	98,448	29,154 126,561	13,484 63,109
7	55,928	0.356	3,167	773 6,116	311 1,894
8	80,748	0.514	5,258	1,583 8,853	659 3,288
9	117,489	0.748	15,918	3,147 20,665	1,459 9,414
10	2,168,416	0.345	79,528	20,656 110,285	9,529 49,608
11	3,143,875	0.500	132,158	40,938 177,489	18,523 85,139
12	4,595,113	0.731	399,111	90,945 479,179	42,867 244,042

表3-12 (2) 単位面積当り晴天時負荷量及び雨天時管きょ内負荷量

モデル排水区	BOD		SS		COD	
	DWL	WWL-P	DWL	WWL-P	DWL	WWL-P
1	3.69	0.194	3.09	0.308	1.86	0.098
2	6.15	0.323	5.15	0.416	3.10	0.162
3	19.68	0.979	16.48	1.002	9.92	0.493
4	3.69	0.196	3.09	0.250	1.86	0.099
5	6.15	0.326	5.15	0.360	3.10	0.164
6	19.68	0.984	16.48	0.964	9.92	0.496
7	6.00	0.317	5.40	0.538	3.00	0.158
8	10.00	0.526	9.00	0.727	5.00	0.263
9	32.00	0.592	28.80	1.752	16.00	0.796
10	3.69	0.199	3.09	0.224	1.86	0.100
11	6.15	0.330	5.15	0.341	3.10	0.167
12	19.68	0.998	16.48	0.970	9.92	0.503

注) DWL：単位面積当り晴天時負荷量 ($\text{kg}/\text{ha} \cdot \text{日}$)

注) WWL-P：単位面積当り雨天時管きょ内流出汚濁負荷量 ($\text{t}/\text{ha} \cdot \text{年}$)

表3-12 (3) 不浸透面積当り路面等からの流出汚濁負荷量

モデル排水区	不浸透面積率	流下時間 (分)	SS	COD
			WWL-R (t/ha・年)	WWL-R (t/ha・年)
1	0.3	5	0.244	0.104
2	0.5	5	0.317	0.132
3	0.8	5	0.393	0.182
4	0.3	15	0.217	0.095
5	0.5	15	0.281	0.119
6	0.8	15	0.364	0.169
10	0.3	50	0.172	0.079
11	0.5	50	0.205	0.093
12	0.8	50	0.284	0.134

注) モデル排水区 7, 8, 9 は各々, モデル排水区 1, 2, 3 に同じ
 WWL-R : 不浸透面積当り路面等からの流出汚濁負荷量

表3-12, 図3-6, 3-7, 3-8 から, それぞれの関係を表わす回帰式として式(3・3) ~ (3・6) が得られた。

$$\text{水 量 : } WWF = (0.1 + 0.8 \text{ Imp}) \cdot R \quad \dots\dots\dots (3 \cdot 3)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{BOD : } WWL - P &= 0.022 + 0.049 \cdot DWL \\ \text{COD : } WWL - P &= 0.012 + 0.049 \cdot DWL \\ \text{SS : } WWL - P &= 0.111 + 0.056 \cdot DWL \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3 \cdot 4)$$

$$\text{SS : } WWL - R = -0.00210 \cdot T + 0.2714 \cdot \text{Imp} + 0.17955 \quad \dots\dots\dots (3 \cdot 5)$$

$$\text{COD : } WWL - R = -0.00080 \cdot T + 0.13947 \cdot \text{Imp} + 0.06739 \quad \dots\dots\dots (3 \cdot 6)$$

ここに

WF : 単位面積当り雨水流出量 (mm/ha・年)

WWL - P : 単位面積当り雨天時管きょ内流出汚濁負荷量 (t/ha・年)

WWL - R : 不浸透面積当り路面等からの流出汚濁負荷量 (t/ha・年)

R : 年間降雨量 (1572mm/年)

Imp : 不浸透面積率

DWL : 単位面積当り晴天時負荷量 (kg/ha・日)

T : 単位排水区の流下時間 (分)

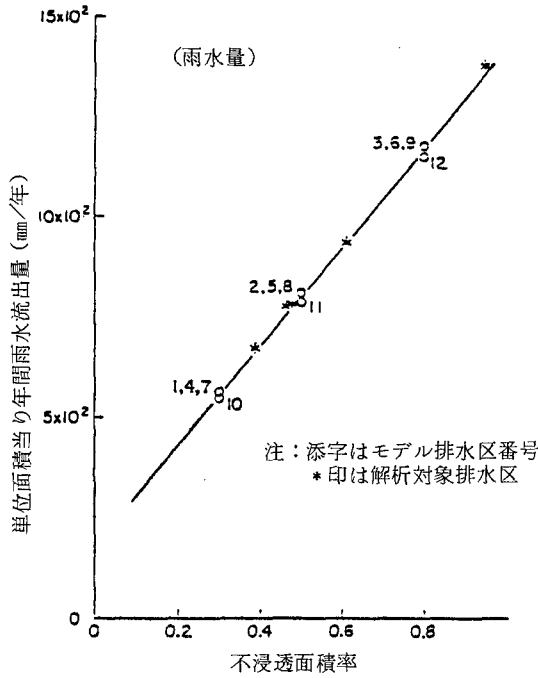


図3-6 不浸透面積率と年間雨水流出量

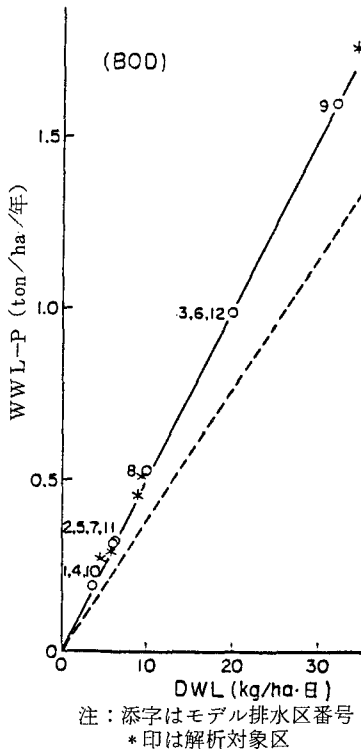


図3-7 単位面積当り晴天時負荷量と雨天時管きょ内流出汚濁負荷量

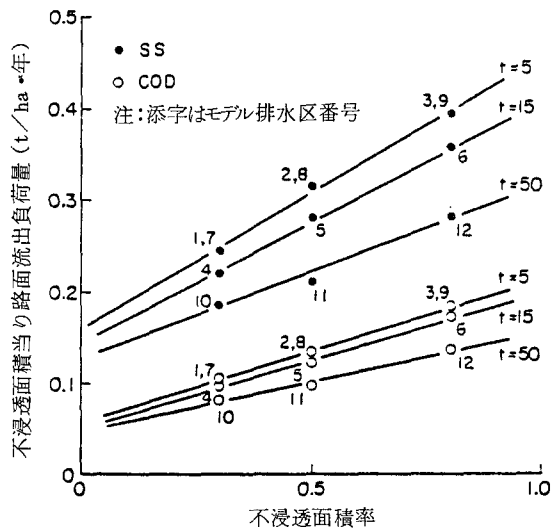


図3-8 不浸透面積率と路面等からの流出汚濁負荷量

第4章 比流量と年間雨天時流出汚濁負荷量の関係

本章では、年間の雨天時流出汚濁負荷量が排水区域の末端にある雨水吐き室やポンプ場でどのように分水されるかを検討する。

モデル排水区域について年間の降雨すべてについてシミュレーションを行った。解析結果をグラフ化して図4-3, 4-4に示す。

これらの曲線にたいして回帰分析を行い、地域特性値から比流量-累積曲線が得られる構造式を求めた。

具体的には、水量、BOD、COD-P、SS-R、COD-Rについては、式(4.4)により回帰分析を行い、比流量-累積曲線を求めるための構造式を作成する。また、SS-Pの比流量-累積曲線の構造式については、式(4.8)(4.9)で求められる。

なお、比流量-累積曲線の各係数を得るための構造式は表4-6に示すとおりである。

$$y = a - b\rho^x \quad \dots\dots\dots (4.4)$$

$$y = \frac{L_E}{L_T} \sin \left\{ \frac{\pi}{2} (X/X_E)^{1/2} \right\} \quad \dots\dots\dots (4.8)$$

$$y = 0.032 \cdot \frac{L_E/L_T}{X_E} (X - 0.95 X_E) + 0.999 L_E/L_T \quad \dots\dots\dots (4.9)$$

ここに

y : 累積しゃ集量割合

X : 比流量 (mm/時)

a, b, ρ : 係数

L_T : 年間雨天時流出汚濁負荷量 (t/ha・年)

L_E : 平衡点累積負荷量 (t/ha・年)

X_E : 平衡点比流量 (mm/時)

注) COD-P : CODの管きよ内流出汚濁負荷量

SS-P : SSの管きよ内流出汚濁負荷量

COD-R : CODの路面等からの流出汚濁負荷量

SS-R : SSの路面等からの流出汚濁負荷量

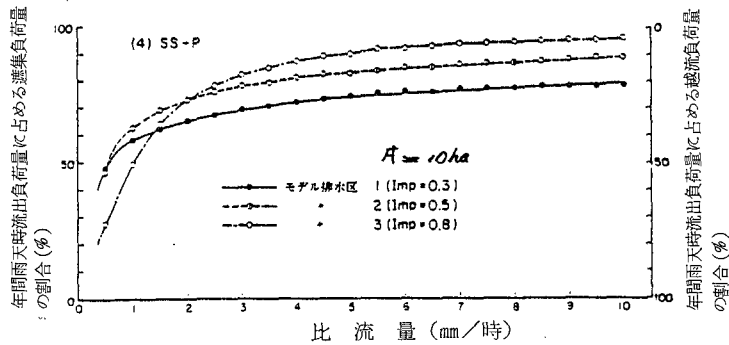
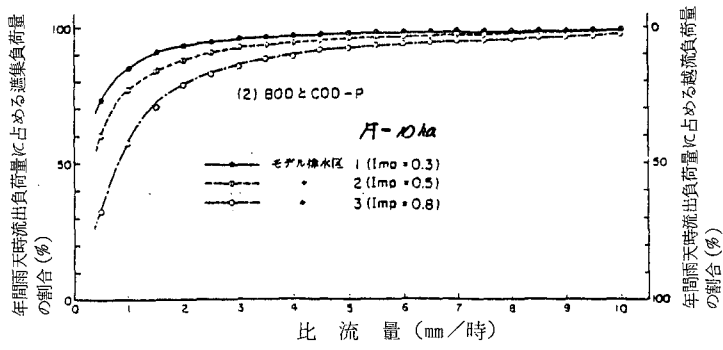


図4-3 比流量-累積曲線 (面積一定)

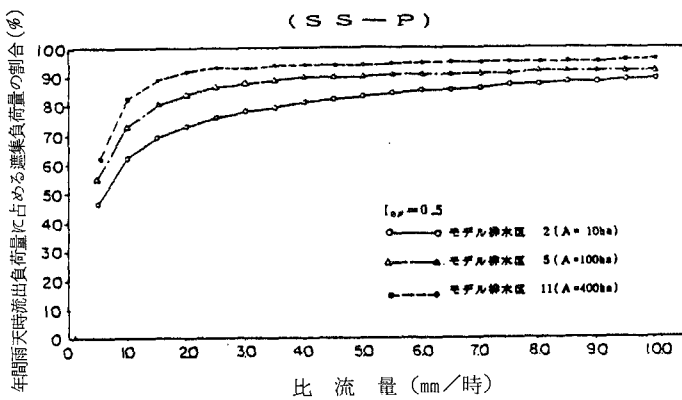
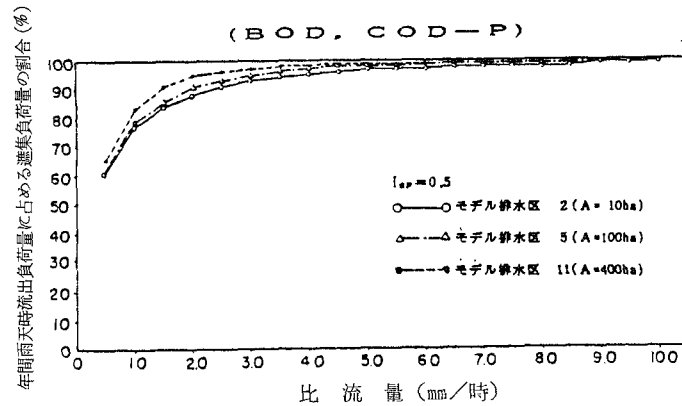


図4-4 比流量-累積曲線 (不浸透面積率一定)

表 4-6 比流量-累積曲線係数推定式

項目	係数	決定式	決定係数
FLOW	a	$= 0.798 + 1.229 \times 10^{-1} I_{sp} + 6.813 \times 10^{-5} A$	0.956
	b	$= 0.198 + 6.474 \times 10^{-1} I_{sp} + 2.486 \times 10^{-5} A$	0.968
	ρ	$= 1.0 - \{(0.795 + 0.0185 I_{sp}) \cdot I_{sp}^{1/2} - 0.5 I\}$	0.859
BOD COD-P	a	= 1.0	—
	b	$= 4.182 \times 10^{-3} + 8.549 \times 10^{-1} I_{sp} + 5.790 \times 10^{-4} A$	0.963
	ρ	$= 0.326 + 3.296 \times 10^{-1} I_{sp} - 6.070 \times 10^{-4} A$	0.891
SS-R	a	$= 0.601 + 5.292 \times 10^{-1} I_{sp} - 5.755 \times 10^{-5} A$	0.941
	b	$= 0.611 + 6.837 \times 10^{-1} I_{sp} + 1.837 \times 10^{-5} A$	0.892
	ρ	$= 1.0 - \{0.970 \cdot I_{sp} - (0.955 - 0.032 I_{sp}) \cdot I_{sp}^2\}$	0.918
COD-R	a	$= 0.506 + 5.794 \times 10^{-1} I_{sp} + 1.157 \times 10^{-5} A$	0.952
	b	$= 0.501 + 7.144 \times 10^{-1} I_{sp} + 4.919 \times 10^{-5} A$	0.965
	ρ	$= 1.0 - \{0.845 I_{sp} - (0.814 - 0.024 I_{sp}) \cdot I_{sp}^2\}$	0.918
SS-P	$\frac{L_E}{L_T}$	$= 1.0 - (1.035 - 0.112 I_{sp}) \cdot (1 - I_{sp})^2$	0.974
	X_E	$= (9.785 - 0.699 I_{sp}) \cdot I_{sp}^2 + (1.348 - 0.068 I_{sp}) A$	0.984

$y = a - b \cdot \rho^x$ (SS-Pを除く)

$y = \frac{L_E}{L_T} S \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot (X/X_E)^m\right)$
 $(0 \leq X \leq 0.95 X_E)$

$y = 0.032 \frac{L_E/L_T}{X_E} (X - 0.95 X_E) + 0.999 \cdot L_E/L_T$
 $(0.95 X_E \leq X)$

(SS-Pのみ)

I_{sp} : 不浸透面積率

A: 面積 (ha)

L_E/L_T : 年間雨天時流出汚濁負荷量に占めるしゅ集負荷量の割合

第 5 章 複雑排水区における流出モデル

(1) 複雑排水区における修正RRL法の応用

本論で提案する応用修正RRL法の基礎式を式(5・1)(5・2)に示す。

$$\left. \begin{aligned} P' - Q &= \frac{ds}{dt} \\ S' &= K_a \cdot Q^n \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5 \cdot 1)$$

$$P'_i = P_i + \sum_{k=1}^K Q_{(in)j.k} \quad \dots\dots\dots (5 \cdot 2)$$

ここに

P' : 修正した流入雨水量 ($m^3/秒$) Q : 懸案地点の雨水流出量 ($m^3/秒$)

S : 直接しゃ集区域における雨水貯留量 (mm) Ka, n : 定数

P'_i : 時間ステップ i における懸案地点の修正した流入雨水量 ($m^3/秒$)

$Q_{(in)j.k}$: 下流から k 番目の等到達時間域に対する時間ステップ $J=i-k+1$ における
点流入区域からのしゃ集水量 ($m^3/秒$)

ただし, $k > i$ の場合は時間ステップ i までの流入雨水量が懸案地点に到達することになるので, k を i に置き換えて計算する。

(2) 複雑排水区における土研モデルの応用

1) 雨天時管きよ内流出汚濁負荷量

提案する応用土研モデルの基礎式を式 (5・5) に示す。

また, 対象流域内の管きよ内残存負荷量の減少量 ΔP_p を式 (5・6) で表わす。

$$\left. \begin{aligned} L_{pw} &= C \cdot P_p^m \cdot Q^n (Q - Q_c) \\ \frac{dP_p}{dt} &= D_L - L_{pw} - \Delta P_p \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5 \cdot 5)$$

$$\Delta P_{p_i} = \sum_{k=1}^K L_{p(out)j.k} \quad \dots\dots\dots (5 \cdot 6)$$

ここに

L_{pw} : 雨天時流出汚濁負荷量 ($g/秒$) C : 負荷流出係数

P_p : 管きよ内残存負荷量 (g) Q : 流出量 ($m^3/秒$) Q_c : 限界流量 ($m^3/秒$)

D_L : 日発生負荷量 ($g/秒$) m, n : 定数 (BOD, COD : $m=2, n=0$, SS : $m=1, n=1$)

ΔP_{p_i} : 時間ステップ i における残存負荷量の減少量 (g)

$L_{p(out)j.k}$: 下流から k 番目の等到達時間域に流入する点流入区域で, 時間ステップ $J=i-k+1$ における点流入区域からの越流負荷量 (g)

ただし, $k > i$ の場合は, k を i に置き換えて計算する。

2) 路面等からの流出汚濁負荷量

提案する応用土研モデルの基礎式を式 (5・8) に示す。また, 点流入域内での路面等からの流出汚濁負荷量増加量 ΔL_R を式 (5・9) で表す。

$$\left. \begin{aligned} L_R &= \frac{1}{3.6} K \cdot P_s (r_e - r_c) \cdot A + \Delta L_R \\ \frac{dP_s}{dt} &= a - \frac{1}{3.6} K \cdot P_s (r_e - r_c) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5 \cdot 8)$$

$$\Delta L_{Ri} = \sum_{k=1}^K L_{R(i_n) j \cdot k} \dots\dots\dots (5 \cdot 9)$$

ここに

L_R : 路面等からの流出汚濁負荷量 (g/秒) P_s : 路面等残存負荷量 (g/ha)

K : 路面等残存負荷流出係数 (ここではCOD: 0.10¹/mm, SS: 0.25¹/mmとした。)

ΔL_R : 点流入区域の路面等からの流出汚濁負荷量の増加量 (g/秒)

r_e : 有効降雨強度 (mm/時) r_c : 限界降雨強度 (mm/時)

A : 排水区域面積 (ha) a : 補給負荷量 (g/ha・秒)

ΔL_{Ri} : 時間ステップ i における点流入区域からの路面等からの流出汚濁負荷量の増加量 (g)

$L_{R(i_n) j \cdot k}$: 下流から k 番目の等到達時間域に流入する点流入区域で、時間ステップ $J = i - k + 1$ における点流入区域からの流出汚濁負荷量 (g)

第 6 章 複雑排水区における比流量と年間流出汚濁負荷量

(1) 複雑排水区の末端に到達する年間流出汚濁負荷量は、前章の応用流出モデルを用いて求めることができるが、第 3 章、第 4 章で提案した手法によって求めたものを単純加算しても概ね一致した結果が得られることを確認した。

(2) 単純排水区の比流量－累積曲線より得られる年間ハイドログラフ及びポルトグラフより、複雑排水区の年間ハイドログラフ及びポルトグラフを合成し、さらに複雑排水区の比流量－累積曲線を求める方法を検討する。年間の各降雨ごとのハイドログラフを比流量と時間の関係で示すならば図 6-3 となり、こうしてえられた T_k を生起時間と定義し、この生起時間を横軸に、比流量を縦軸にとり単純排水区の年間ハイドログラフとする。また、単純排水区の年間ポルトグラフも同様の手順でえられる。これらから図 6-7 に示すように複雑排水区の年間ハイドログラフ及びポルトグラフを求めることができ、比流量－累積曲線が求められる。この比流量－累積曲線により、雨天時に処理場へ到達する汚濁負荷量が、高級処理、簡易処理、直接放流のプロセスに、年間どのように配分されるかを簡便に求めることができる。

第 7 章 雨水滞水池の汚濁負荷削減量の算定方法

本章では、前章までに提案してきた手法を合流式下水道の改善策のひとつである雨水滞水池の汚濁負荷削減量の推定に応用しようとするものである。

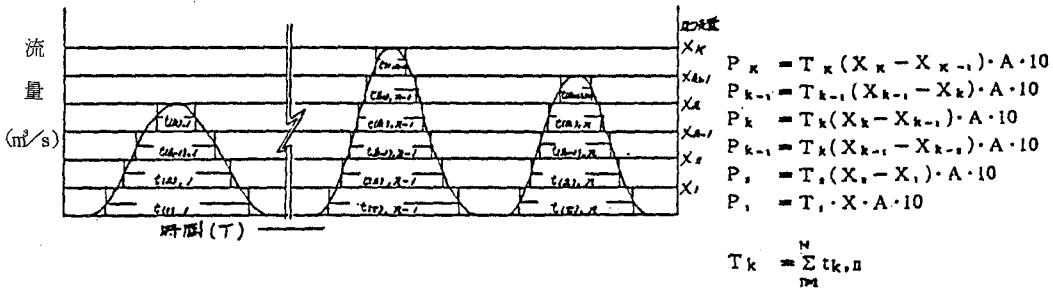


図6-3 比流量-累積流量割合(生起時間)の概念図

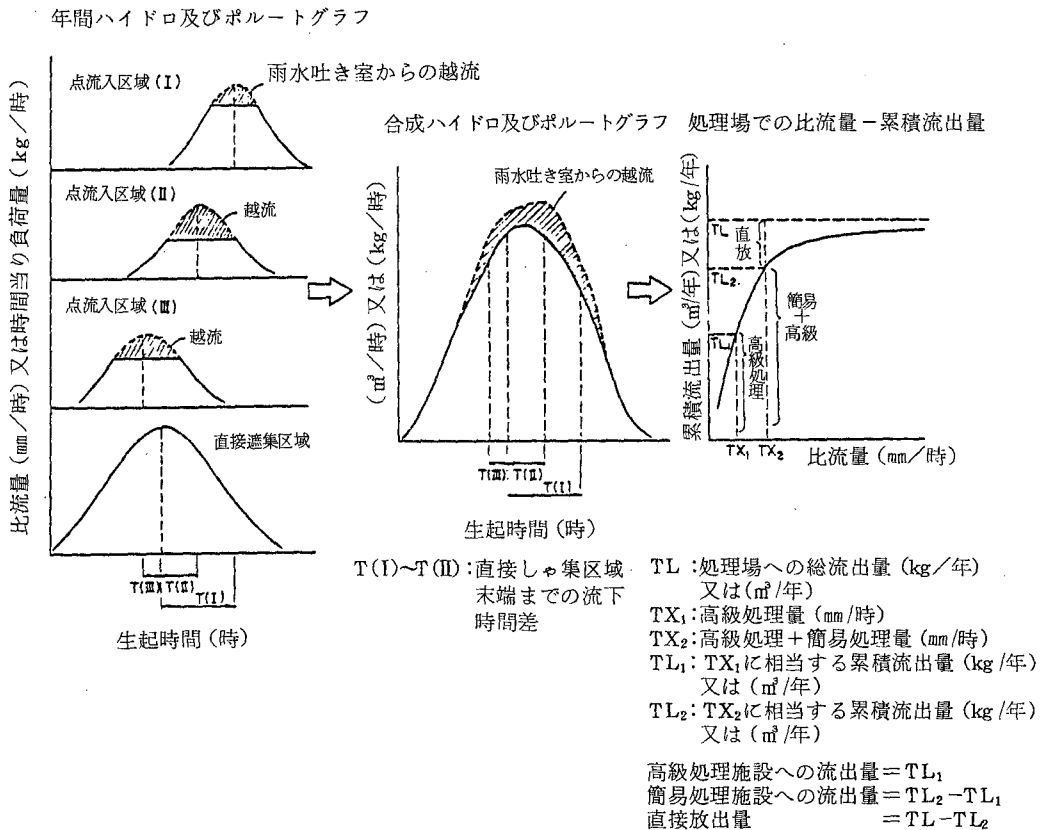


図6-7 年間ハイドログラフ及びポルトグラフの合成と比流量-累積流出量曲線

雨水滞水池の汚濁負荷削減効果が地域特性因子とどのような関係にあるかを検討するためモデル排水区を設定した。モデル排水区における雨水滞水池容量と貯留水量及び貯留水平平均水質（BOD）の関係を表7-4，7-5に示す。

高級処理能力を超える領域の流出水量に対する貯留水量の割合と雨水滞水池容量との関係は、表7-4から図7-9に示す曲線として、また高級処理能力を超える領域の流出水平平均水質に対する貯留水平平均水質の割合（BOD）と雨水滞水池容量との関係は、表7-5から図7-10に示す曲線として表わすことができ、回帰分析の結果式（7・5），（7・6）が得られた。COD，SSについても同様に式（7・7）が得られる。

$$\text{水量} \quad \bar{Q}_{DS}/\bar{Q}_0 = 1 - \exp \{ (0.0486 \cdot I_{mp} - 0.09786) \cdot V \} \dots\dots\dots (7 \cdot 5)$$

$$\text{BOD} \quad \bar{C}_{DS}/\bar{C}_0 = 1.7 + 3.916 \cdot DWL^{-0.172} \cdot \exp(-0.376 \cdot V) \dots\dots\dots (7 \cdot 6)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{COD} \quad \bar{C}_{DS}/\bar{C}_0 &= 1.15 + 1.377 \cdot DWL^{-0.174} \cdot \exp[(0.024 \cdot DWL - 0.323) \cdot V] \\ \text{SS} \quad \bar{C}_{DS}/\bar{C}_0 &= 0.827 + 0.056 \cdot DWL + 1.061 \cdot V^{-1.341} DWL \end{aligned} \right\} (7 \cdot 7)$$

ここに

Q_{DS} ：貯留水量（ m^3 /年） Q_0 ：高級処理能力を超える領域の水量（ m^3 /年）

I_{mp} ：不浸透面積率 V ：雨水滞水池容量（mm） DWL ：単位面積当り晴天時負荷量（kg/ha・日）

\bar{C}_{DS} ：貯留水平平均水質（mg/ℓ） \bar{C}_0 ：高級処理能力を超える領域における平均水質（mg/ℓ）

表7-4 雨水滞水池容量別貯留水量

排水区名	流出水量 (m^3 /ha)	高級処理 水量 (m^3 /ha)	高級処理 水量以外 (m^3 /ha) Q_0	滞水池貯留水量 (m^3 /ha) Q_{DS}				
				1.0 mm	3.0 mm	5.0 mm	7.0 mm	10.0 mm
A	7 011	2 212	4 800	526	1 301	1 835	2 245	2 620
B	10 438	3 668	6 770	565	1 451	2 158	2 723	3 405
C	18 917	10 643	8 274	543	1 430	2 170	2 793	3 600
D	7 009	2 237	4 772	521	1 289	1 822	2 229	2 601
E	10 435	3 706	6 730	559	1 437	2 141	2 705	3 385
F	18 915	10 737	8 177	534	1 412	2 144	2 763	3 560
G	6 881	2 317	4 563	486	1 215	1 728	2 106	2 454
H	10 276	3 841	6 434	521	1 348	2 031	2 570	3 229
I	18 722	11 099	7 622	498	1 308	2 014	2 609	3 334

表 7 - 5 雨水滞水池容量別貯留水平平均水質

(BOD)

排水区名	流出量	高級処理	高級処理 以外(C ₀)	滞水池貯留量 (C _{DS})				
				1.0 mm	3.0 mm	5.0 mm	7.0 mm	10.0 mm
A	197	114	83	34	58	68	74	78
	28	52	17	65	44	37	33	30
B	327	190	138	43	77	96	108	119
	31	52	20	75	53	45	40	35
C	989	706	283	52	116	156	183	214
	52	66	34	97	81	72	66	59
D	197	115	62	34	57	67	73	77
	28	52	17	65	44	37	33	30
E	329	192	136	42	77	95	107	118
	31	52	20	75	53	44	40	35
F	992	714	278	51	114	153	180	210
	52	66	34	96	81	71	65	59
G	200	123	77	31	53	63	68	72
	29	53	17	64	44	36	32	29
H	333	205	129	39	72	90	100	111
	32	53	20	74	53	44	39	34
I	1 005	750	254	46	103	141	167	192
	54	68	33	93	79	70	64	58

注) 上段: 汚濁負荷量 (kg/ha) 下段: 平均水質 (mg/ℓ)

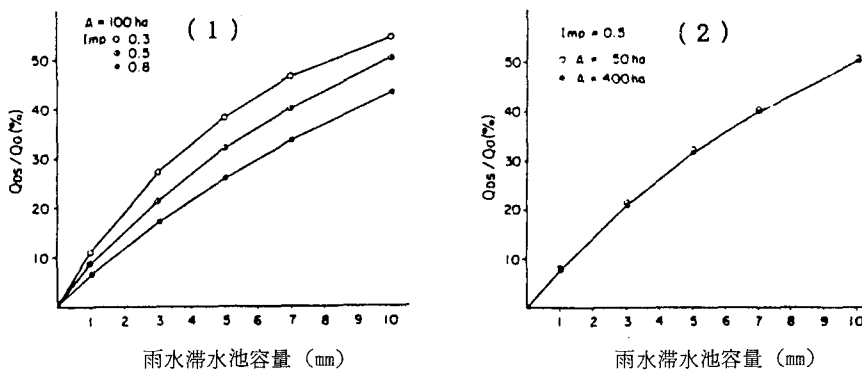


図 7 - 9 雨水滞水池容量と $(\frac{Q_{DS}}{Q_0})$ の関係

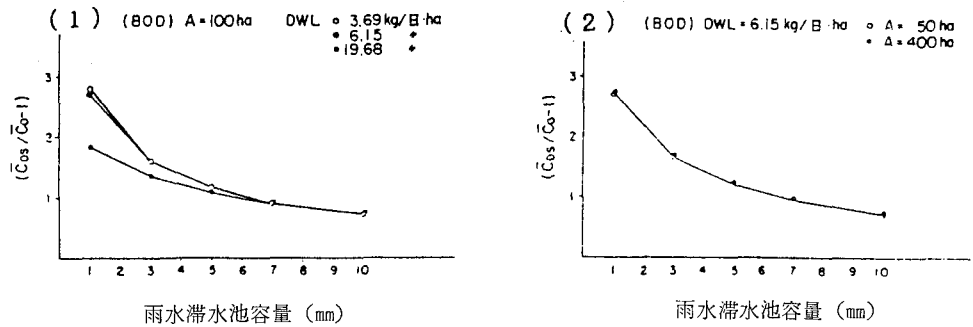


図7-10 雨水滞水池容量と $\left(\frac{\bar{C}_{DS}}{C_0}\right)$ の関係 (BOD)

第8章 総括及び結論

本論文では、従来の流出モデルを発展させた形で新しい流出モデルを考案した。

また、雨天時の汚濁負荷流出現象を年間レベルでとらえ、年間での汚濁負荷流出現象を簡便に求める次のような手法を考案した。

- 1) 年間の総流出汚濁負荷量を不浸透面積率，単位面積当り晴天時負荷量，単純排水区の流下時間の関数として定式化。
- 2) 雨水吐き室等における比流量と年間雨天時しゃ集負荷量の関係を不浸透面積率，排水区域面積の関数として定式化。
- 3) 複雑排水区の末端における比流量—累積曲線から合成する方法。
- 4) 合流式下水道改善のための雨水滞水池貯留効果を算定する手法として，貯留水量及び貯留水平均水質を貯留容量，不浸透面積率，単位面積当り晴天時負荷量の関数として定式化。

これによって，広域な流域での汚濁負荷流出現象をとらえる際の，有効な手順を与えることができる。なお，本論文に提示した回帰式は，横浜市における降雨パターンにより得られたもので，他の地域においては，本論文で提示した回帰式の係数を必要に応じて補正することにより，合流式下水道の有効な改善手法となるものと考ええる。

審査結果の要旨

合流式下水道において雨天時に下水に含まれる汚濁物質が公共用水域に流出し、水質汚濁をもたらすことが近年明らかになった。合流式下水道の改善を図るためには、雨水吐き室、ポンプ場、処理場などの施設から公共用水域に流出する汚濁負荷量を、簡便かつ合理的に算定できるモデルが必要である。本論文はこのようなモデルについて研究した成果をとりまとめたもので、全編8章よりなる。

第1章は総論である。

第2章では合流式下水道システム改善のための解析手法の基本的な考え方について述べている。

第3章では年間雨水流出量を年間降雨量と不浸透面積率で、また年間雨天時汚濁負荷流出量を晴天時日発生負荷量密度、流下時間および不浸透面積率で表現する回帰式を提案している。

第4章ではモデル排水区における流出モデルによる雨天時シミュレーションから、年間雨天時流出負荷量に占めるしゃ集負荷量の割合と比流量の関係を求め、重回帰分析によって両者の関係を不浸透面積率および排水面積の関係として定式化している。

第5章では修正RRL法や土研モデルを雨水吐き室、ポンプ場、および直接しゃ集区域からなる複雑排水区にも適用できる新しい解析法を提案しており、これによって複雑排水区での個々の降雨における時々刻々の雨水流出量、流出汚濁負荷量の変化を計算によって求めることが可能であることを明らかにしている。これは有用な知見である。

第6章では流下途中に雨水吐き室やポンプ場が配置されている複雑排水区における年間の流出汚濁負荷量を、単純排水区における年間の流出汚濁負荷量と比流量-累積曲線から求める手法について検討している。著者は単純排水区の比流量-累積曲線を用い、比流量ごとの生起時間を求めて年間ハイドログラフとしたものを、ずれ時間を考慮して重ね合わせることによって複雑排水区の年間ハイドログラフが合成できること、および年間ポルトグラフの合成についても同様であることを明らかにしている。これらは重要な知見である。

第7章では第3章でのべた回帰式と第4章でのべた比流量-累積曲線を用い、雨水滞水池によって年間削減される汚濁負荷量を簡便に算定する方法について述べている。

第8章は結論である。

以上要するに本論文は、合流式下水道における流出汚濁負荷の解析法について研究し、複雑排水区における年間の流出汚濁負荷量を簡便かつ合理的に算定できるモデルを提案したもので、衛生工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として合格と認める。