

B-16 都市域における雨天時ノンポイント流出汚濁物のリアルタイム制御に関する基礎的研究

立命館大学大学院 金 泰成、権 奉謙、野村 淳
立命館大学理工学部 山田 淳

1. はじめに

雨天時分流式下水道の雨水管渠から河川に放流されるノンポイント汚濁物とピーク流量を雨水貯留施設等によって効果的に制御するため、リアルタイム制御が必要になってきている。ここでは、対象排水区として滋賀県志賀町小野排水区をとりあげ流末にノンポイント汚濁負荷削減、ピーク流量カット、雨水の利用という3つの機能をもった雨水貯留施設（汚濁貯留槽、流量調節槽、利水貯留槽）の設置を仮定する。そこに、シナリオを設定して5つの降雨データと予測降雨を用いてシミュレーションを行い、各降雨による貯留槽別に汚濁、流量、利水制御の検討を行った。

2. 小野排水区のモデル化と雨水貯留施設の容量設定

2. 1 小野排水区のモデル化とパラメータの設定

本研究では、解析対象排水区として滋賀県志賀町に位置している小野排水区を選んで管渠図を図1に示した。小野排水区の土地利用の概要を表1に、平成6年度に観測した3降雨データ、放流地点での流量と水質データをもとに雨水流出解析ソフト Hydro Works の水質モデルを用いてモデルのパラメータを決定して表1に示した。モデルでの地表面堆積量は $dM/dt = P_s - K_1 \cdot M$ に従う。

M : 単位面積当たりの堆積量 (kg/ha)

P_s : 堆積係数 (kg/ha/day) K_1 : 侵食係数 (1/day)

2. 2 リアルタイム制御

リアルタイム制御とは、排水システムでの雨量計、水位計、流量計、水質センサー、レーダー雨量計などを用いて監視しながら水を制御することによって量と質を制御するものである。汚濁貯留槽と利水貯留槽では水質センサーによって制御を行い、流量調節槽では流量計によって制御を行った。

2. 3 雨水貯留施設の容量設定

小野排水区の流末に図2のように汚濁負荷削減、ピーク流量カット、雨水の利用という3つの機能をもった雨水貯留施設の設置を仮定する。汚濁貯留槽に貯留された雨水は汚水管に送って処理する。流量調節槽に貯留された雨水は雨が止んでから雨水管に戻す。平均降雨年である平成7年の1年間降雨データを用いて年間シミュレーションを行い、その中、大雨を選んで放流先の河川が氾濫しないように放流量が $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上を超える流量を貯留し降雨量に換算すると 495 mm であったので、雨水貯留施設の全体容量を 5 mm に決めた。各貯留槽の容量は次のように決めた。

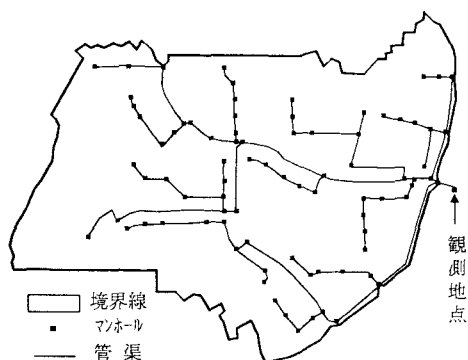


図1 小野排水区の管渠図

表1 小野排水区の概要とモデルのパラメータ

	面積 (ha)	面積率 (%)	
		不透水面	浸透面
小野排水区	45.9	41.2	58.8
流出係数		0.5	Horton式
堆積係数		2.0	
侵食係数		0.08	

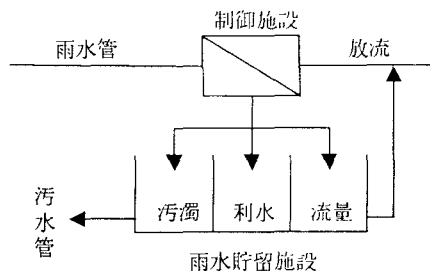


図2 流末地点での各貯留槽による制御

図2 流末地点での各貯留槽による制御
図2 流末地点での各貯留槽による制御
図2 流末地点での各貯留槽による制御

- ・汚濁貯留槽：年間計算で汚濁負荷が80%削減できる貯留容量 2mm（917.8m³）。
- ・利水貯留槽：貯留施設の掃除と雑用水として SS が 20mg/l 以下を貯留する容量 0.5mm（229.5m³）。
- ・流量貯留槽：放流量が 1.5m³/s 以上を超えるピーク流量カットするための 2.5mm（1147.3m³）。

3. シミュレーション条件

降雨条件とシナリオの条件を設定し連続シミュレーションを行う。地表面と管渠内堆積物の初期条件としては、前降雨終了後が零であると仮定した。

3. 1 降雨条件

解析に用いた対象降雨は、実測 3 降雨と、仮定 2 降雨の計 5 降雨で、その概要を表 2 に示す。このうち仮定降雨は、1 時間 15mm の集中型と 3 時間 15mm の分布型とした。

表 2 対象降雨の概要

No.	file name	先行晴天時間 (hr)	総降雨量 (mm)	降雨継続時間 (hr)	平均降雨強度 (mm/hr)	10分間最大降雨強度 (mm/hr)	時間降雨量(mm)						
							1hr	2hr	3hr	4hr	5hr	6hr	7hr
1	H60821	187	32.2	4	8.8	33.6	5.0	6.4	20.4	0.4			
2	H70418	42	20.0	7	3	16.8	3.1	1.6	1.3	1.8	1.3	8.3	2.6
3	H70422	69	9.7	7	1.5	5.4	3.7	1.7	1.1	1.1	0.8	0.8	0.5
4	1hr15mm	120	15.0	1	15	34.3	15.0						
5	3hr15mm	120	15.0	3	5	18.5	1.6	11.8	1.6				

3. 2 シナリオの条件設定

3CASE（4 種類）のシミュレーションをおこなった。その概要を表 3 と図 3 に示す。CASE1 は、まったく制御しないケースである。CASE2 は、設定した 5 降雨について、初期流出雨水を汚濁貯留槽に貯留し、余剰水の内 SS 濃度 20mg/l 以下の水を利水貯留槽に貯留し、流量が大きい場合には流量調節槽に貯留する制御をおこなう場合である。CASE3 は、設定した降雨をレーダー雨量計によって予測された降雨とみなし、流

表 3 シナリオの条件設定

	CASE1	CASE2	CASE3	
			3-1	3-2
雨水貯留施設	-	○	○	○
予測降雨	-	-	○	○
初期雨水貯留	-	○	-	-
高濃度雨水貯留	-	-	○	○
流量貯留槽を汚濁制御に利用	-	-	○	-
流量貯留槽	-	○	-	○
利水貯留槽	-	○	○	○

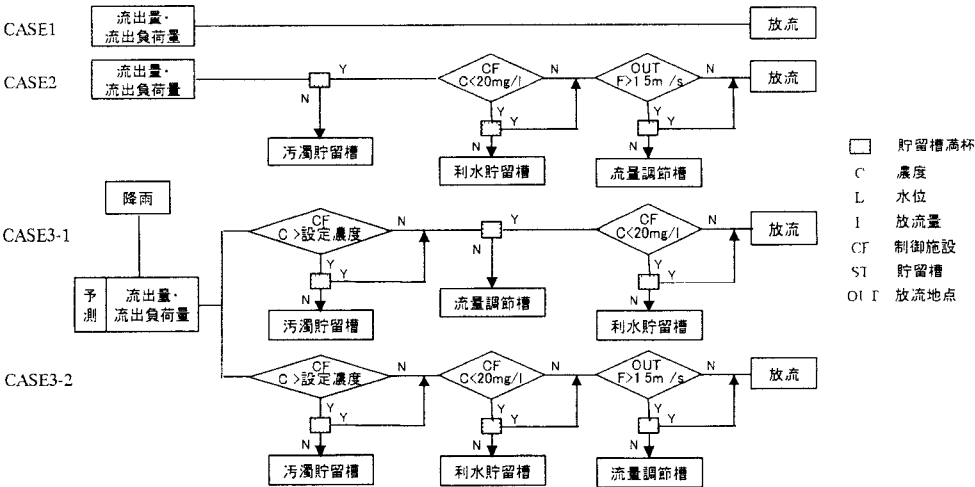


図3 リアルタイム制御方法フローチャート

量と水質を予測して高濃度雨水を貯留する制御で、流量調節槽を汚濁貯留槽としても使う（CASE3-1 と流量調節槽のみに使う CASE3-2 を設定した。

4. 計算結果

本研究では、小野排水区の流末に雨水貯留施設を設置し、予測降雨によるリアルタイム制御を行うことによって汚濁負荷削減対策、ピーク流量カット、雨水の利用に関する基礎的な知見を得た。

対象降雨を用いて CASE1、2、3 のシナリオによるシミュレーションを行った結果、図 4 に各貯留槽に貯留された水量と雨水貯留施設全体の貯留量を示した。図 5 には各貯留槽に貯留された SS 汚濁負荷量を CASE1 と比較した汚濁負荷削減率を示した。

- 1) 最適制御を行っている CASE3 は、流量調節槽がうまく働いているために、全体の貯留量が大きくなっている。
- 2) 汚濁負荷削減率からみると、ほとんど汚濁貯留槽で削減されており、CASE3 が CASE2 より大きい。とくに、降雨 No.2 のような後期集中型の場合に有効である。逆に、降雨 No.1 のような初期集中型の場合には、CASE2 で十分である。
- 3) 利水貯留槽は有効に利用されており、平均 SS 濃度は 5-10mg/l に収まっているので雑用水として利用できる。

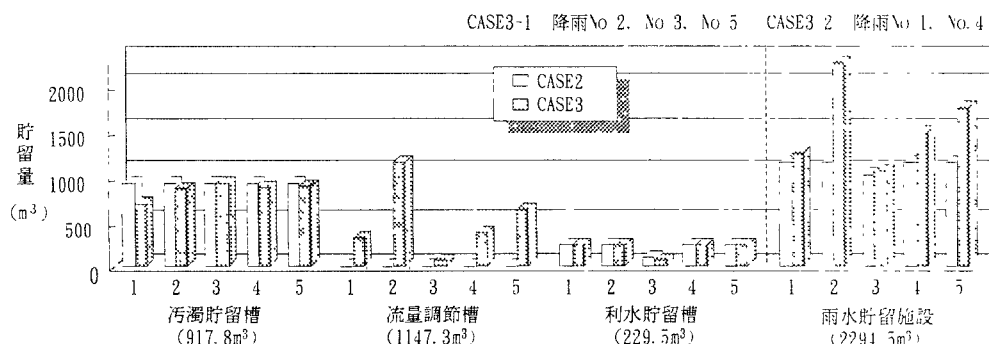


図4 各貯留槽に貯留された水量

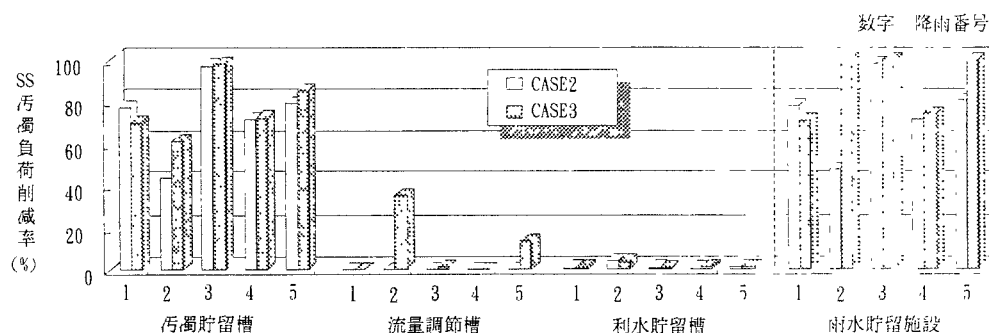


図5 CASE1に対する各貯留槽に貯留された汚濁負荷削減率

5. まとめと今後の課題

本研究では、仮定した予測降雨データを用いて流末地点でのリアルタイム制御を行うことによって雨水貯留施設を効果的に活用できることを示すことができた。今後は、分流式下水道の排水区での観測データを増やすとともに多くの降雨パターンについてリアルタイム制御の検討を行いたい。