

II-524

凝集剤添加法を用いた下水処理システムに関する研究

京都大学工学部 学生員 岩崎俊哉

正 員 武田信生

正 員 岡島重伸

1. はじめに

近年、下水道の整備とともに処理水質の向上や施設のコンパクト化、省エネルギーなどの必要性が高まっている。この課題を解決するために様々な下水処理システムが開発されている。下水処理の中心である生物処理は溶解性有機物に対しては反応が迅速であるが、浮遊性・コロイド性物質に対してはその速度は緩やかであるといわれている。そこで本研究では、生下水に凝集剤を加えることによって流入下水中の固形分を除去し、後段の生物処理の負荷を低減させることを考えた。

2. 実験方法

本実験では流量 $0.5\text{m}^3/\text{hr}$ のパイロットプラントを用いた。パイロットプラントは2系列からなり、1系列は一次処理として凝集沈殿法を用いた系列（凝沈系）で、もう1系列は標準活性汚泥法系列（標準系）であり、凝沈系との比較対照に用いた（図1参照）。プラントの主な設備の仕様を表1に示す。今回の実験では凝集剤としては $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ を用い、その添加量は2、4、 10mg-Al/L -原水の3条件で行った。曝気時間は両系列とも4時間とした。また凝集剤の添加によって懸念されることの一つに発生活泥量の増加が考えられる。そこで両系列について固形分の収支を求めた。

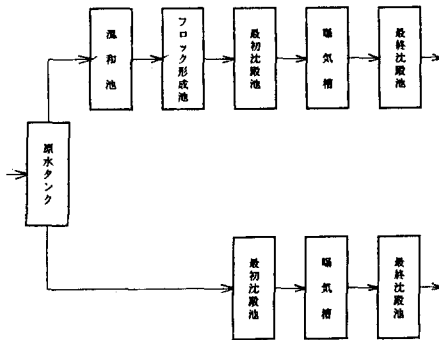


図1 パイロットプラントのフロー

表1 主要な設備の仕様

	凝集沈殿～生物処理法	標準活性汚泥法
混和池	$0.25\text{m} \times 0.4\text{m} \times 0.35\text{m}$ 滞留時間 4分	
フロック形成池	$0.6\text{m} \times 0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ 滞留時間 25分	
最初沈殿池	$1.0\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.2\text{m}$	$1.0\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.2\text{m}$
曝気槽	$1.0\text{m} \times 4.0\text{m} \times 1.1\text{m}$ 曝気時間 2～8時間	$1.0\text{m} \times 4.0\text{m} \times 1.1\text{m}$ 曝気時間 2～8時間
最終沈殿池	$1.0\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.05\text{m}$	$1.0\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.05\text{m}$

3. 実験結果

図2、図3に凝集剤添加量がそれぞれ2、4、 10mg-Al/L -原水のときの原水および両系列の初沈流出水、終沈流出水のSS、CODの平均値を示した。この結果から、凝集剤の添加量が2、 4mg-Al/L -原水のときは初沈流出水で標準系と比べて凝沈系はSS除去率が10～20%、COD除去率が10%程度の向上で、両系列に顕著な差はあられず、凝集剤添加の効果はあまりなかった。凝集剤添加量が 10mg-Al/L -原水の時には最初沈殿池でSSが平均で88.8%、CODで68.6%減少した。表3に凝集剤添加量が 10mg-Al/L -原水のときの各水質項目の結果を示した。このときの

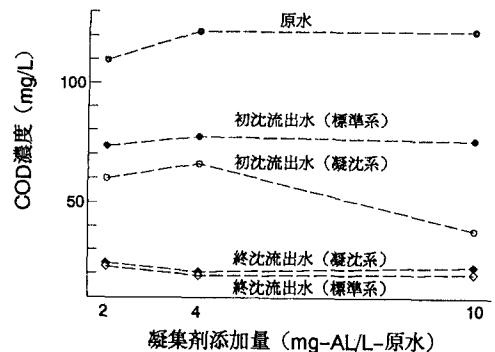


図2 各凝集剤添加量におけるCODの変化

MLSSは凝沈系が1600mg/L、標準系が1400mg/Lであった。これより曝気時間4時間では終沈流出水のSS、CODの値に関してはあまり相違は見られなかったが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が凝沈系では8.82mg/Lと初沈流出水に対しておよそ半減していたのに対して、標準系では14.6mg/Lとほとんど硝化が進行していなかった。これは凝沈系では余剰汚泥の量が少なく、SRTが標準系では2日なのに対して、凝沈系では10日と大きくとれることによると考えられる。また凝沈系では比較的高い $\text{NO}_2\text{-N}$ の濃度が高いことからさらに溶酸素量を上げることによって $\text{NO}_2\text{-N}$ にまで硝化を進めることは可能であると考えられる。T-Pは凝集剤の添加によってリン酸アルミニウムもしくはフロックに吸着して除去され、初沈流出水で0.68mg/Lにまで減少しており、処理水中では0.43mg/Lであった。これに対して標準系では初沈流出水で3.10mg/L、処理水中で1.27mg/Lであり、凝集剤添加の効果があらわれた。

図4に凝集剤添加量10mg-Al/L-原水のときの固形分の収支を示した。最初沈殿池引抜き汚泥の固形分は標準系が1.88kg/日に対し凝沈系は5.36kg/日と2.85倍であったが、余剰汚泥では標準系が3.50kg/日に対し、凝沈系では1.00kg/日であった。このように凝集剤添加によって初沈汚泥中の固形分は増加したが、余剰汚泥では減少した。この結果流入した固形分3.35kg/日に対し汚泥中の固形分は標準系では5.38kg/日、凝沈系では6.36kg/日であった。

表2 水質分析結果（凝集剤添加量10mg-Al/L-原水）

	原水	初沈流出水		終沈流出水	
		凝沈系	標準系	凝沈系	標準系
COD (mg/L)	123	34.3	68.0	21.3	23.6
SS (mg/L)	279	21.0	118	11.2	10.2
$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/L)	21.8	17.6	18.6	8.82	14.6
$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/L)	0.083	0.290	0.351	3.35	0.730
$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/L)	0.136	1.34	1.66	1.67	2.20
T-N (mg/L)	32.2	28.6	33.8	33.8	35.5
T-P (mg/L)	4.71	0.679	3.10	0.427	1.27
pH	7.09	6.60	7.26	6.46	6.88

注) 流入水の水温 19.2℃

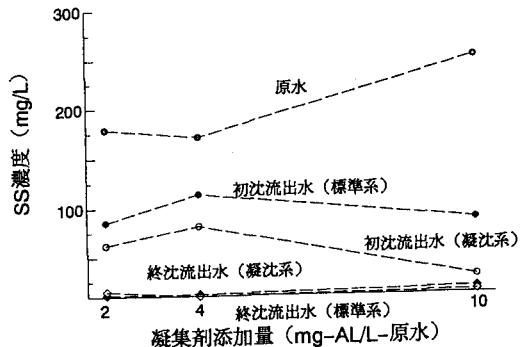


図3 各凝集剤添加量におけるSSの変化

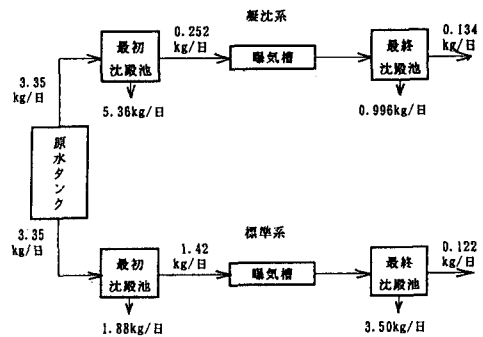


図4 プラントの固形分収支

4. おわりに

下水処理においてまず一次処理として凝集剤を添加し、生物槽への有機物負荷を軽減した後に生物処理させる方式について実験を行った。凝集剤を10mg-Al/L-原水添加した場合には、初沈流出水のSS、CODで差が出た。また余剰汚泥の量が少なくなることで、SRTも大きくなり標準法と比較して硝化が進行した。原水中のT-Pは凝集剤で初沈で除去することができ、終沈流出水の濃度も低くなった。今後はさらに曝気時間が短縮できるかの検討や、年間を通しての負荷変動への対応の調査が必要となってくるであろう。また全体的な汚泥発生量の増加が認められており、初沈汚泥、余剰汚泥それぞれの性状の分析および効果的な汚泥処理法の検討が必要である。

本研究を行うにあたりご助力下さった処理場の皆さんに謝意を示します。