

清水建設研究所 正員 ○ 田沢竜三

同 正員 丹羽千明

同 田中只彦

1. はじめに

水需要の増大に伴って都市部における水不足の問題、及び下水道施設への過負荷の問題は年々深刻になってきている。こうした問題を解決する目的で、再利用水(中水)を造水するために従来の二次処理に加え、さらに高度な有機物除去、浮遊物除去を行うことのできる高度廃水処理装置の必要性が高まり現在まで種々の方法が検討され、また実用化されている。本研究は、高度処理法の一つの方法として考えられた生物ろ過法についての基礎研究、及び連続処理実験結果について報告するものである。

2. 生物ろ過槽の原理と各領域における機能

2.1 原理

図-1に本生物ろ過装置の断面図を示した。装置は、接触酸化を主体とする領域(A)と生物ろ過を主体とする領域(B)から構成され、(A)だけでなくの小循環と(B)から(A)への大循環とを処理状況に応じて任意の比率で行えるようにしている。尚、(B)から(A)への大循環は領域(A)でのエアリフト効果を利用している。

2.2 充填材

領域(A)及び(B)での充填材を表-1に示した。

2.3 各領域における機能

(1) 領域(A)における機能

- ① 前段までの処理にて残留した有機汚濁物質を、さらに酸化分解する。
- ② 残留しているTK-Nを、 $\text{NO}_3\text{-N}$ へ硝化する。

(2) 領域(B)における機能

- ① 浮遊物質を上向きに物理ろ過・生物吸着ろ過する。
- ② 残留している有機汚濁物質をさらに酸化分解する。
- ③ 硝酸化に伴って低下するpHを充填材の CaCO_3 の溶解によって中和する。
- ④ ゼオライトにより、残留アンモニアを捕捉し生物による硝化を促進する。

3. 回分実験

(1) 実験装置 及び実験方法

図-1の装置と、グルコース、グルタミン酸ソーダを主体とした人工下水を用いて、領域(A)(小循環)のみ、及び領域(A, B)(小循環と大循環)を用いた回分実験を行った。その実験条件を表-2に示す。

(2) 回分実験の結果 及び考察

実験1、及び2の結果を図-2に示す。図-2に示すように実験1、及び2ともに時間の経過につれて指数関数的にCODの除去が行われる。図-2から各時間での基質除去速度を各点での接線の傾きから求め、COD濃度と除去速度との関係を両対数グラフにプロットし図-3に示す。図-3から実験1、及び2ともある濃度までは0次反応に従い、次に1次反応領域が存在し、

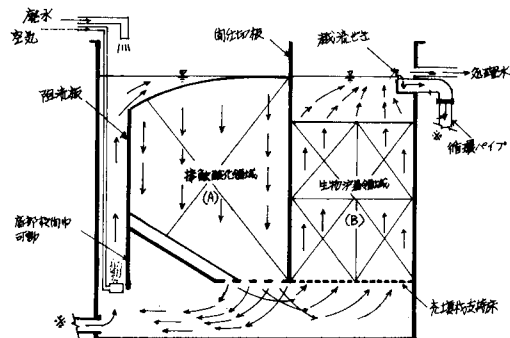


図-1 生物ろ過装置の断面図

表-1 各領域での充填材

領域(A)	領域(B)
・液状層型充填材 ・網状充填材	・石灰石 ・ゼオライト ・かいがら ・貝化石 ・フィルター

表-2 回分実験条件

		実験1 領域(A)	実験2 領域(A+B)
水容積	m^3	2.59	4.32
BOD充填材 蓄積負荷	$\text{kg}/\text{m}^3\text{日}$	0.1	0.1
水温	$^{\circ}\text{C}$	24.1 ~ 24.9	23.2 ~ 26.8
STP (汚濁水量 主としてCOD)	時 ²	24	領域(A) 24 領域(B) 10

さらに高次反応領域へと進む。本実験においては、実験1、及び2とも初期の一定濃度までは基質濃度について0次反応で進行している。これは液中の溶存酸素濃度が大きく変化していないところから、溶存酸素拡散律速で反応が進行しているとも解釈できるとし、またグルコース、グルタミン酸ソーダの汚泥への吸着が0次反応に従うという知見を裏付けているとも考えられる。ついで、基質濃度の拡散律速による一次反応が続いている。さらに最終的に高次反応領域が存在するのは、生物難分解性物質の生成、及び残留を意味するものと解釈される。尚、実験水処理における実用的な運転条件下では、1次反応以上の領域において処理されていることが確かめられている。

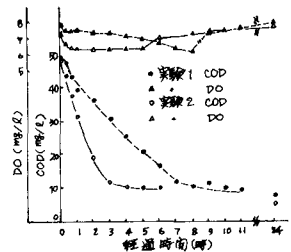


図-2 COD, DOの経時変化

4. 連続実験

(1) 実験装置 及び 実験方法

対象廃水として、グルコース、グルタミン酸ソーダを主体とした原廃水を活性汚泥処理した処理水を用いて連続実験を行った。実験装置としては、回分実験と同じ構造のミニプラントを用いた。また実験条件を表-3に示す。

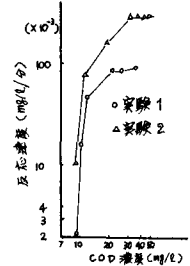


図-3 COD濃度と流出COD

(2) 連続実験の結果 及び 考察

BODとCODに関して水質分析結果を図-4に示す。図-4に示すように、原廃水である活性汚泥の処理水の水質変動、及び滞留時間の違いにもかかわらず良好な処理が行われることがわかった。pH、TK-N、NO₃-N、SS についての実験結果の代表例を表-4に示す。表-4に示すように生物ろ過槽で硝化が進行し、大部分のTK-NをNO₃-Nにすることができた。また硝化に伴うpHの著しい低下も起らなかった。このことにより、領域(B)中に充填しているCaCO₃を主成分とする粒状充填材がpH調整機能を果たし、pHを常に中性領域に保持できることが確認できた。一方、生物ろ過槽処理水中には、SSはほとんどなく、透視度的にも100 cm以上の処理水を得ることができた。また、実験水においても、ほぼ同様の結果が得られた。

表-3 連続実験条件

		実験 3	実験 4	実験 5
水容積	ℓ	60		
滞留時間	時間	24	12	6
BOD汚濁物質濃度	kg/m ³	0.013 ~ 0.035	0.016 ~ 0.072	0.12 ~ 0.33
水温	℃	15.6 ~ 19.0	6.2 ~ 17.4	7.0 ~ 12.2
S/V	時 ⁻¹	領域(A): 23	領域(B): 10	

表-4 連続実験処理結果

	実験 3		実験 4		実験 5	
	2 次 処理水	本槽の 処理水	2 次 処理水	本槽の 処理水	2 次 処理水	本槽の 処理水
PH	7.18	7.12	7.02	7.29	7.21	6.95
TK-N (ppm)	29.6	2.8	32.7	0.4	37.7	3.2
NO ₃ -N (ppm)	< 0.5	34.1	0.7	29.2	0.5	34.7
SS (ppm)	35.0	< 1	42.3	< 1	32.8	< 1

5. まとめ

以上の検討の結果をまとめると下記ようになる。

- (1) 持触酸化領域と生物ろ過領域をうまく組み合わせ本装置を用いて2次処理水进行处理することによりBOD、SSとも夫々5 mg/ℓ以下を達成できた。
- (2) また、充填材のCaCO₃の溶解によって、pHの低下もなくTK-Nの硝化が高効率で行えることが確認できた。
- (3) 充填材を細粒化すると粗大粒子よりは浄化効果がさらに上がるが、逆洗の必要性が生ずるので、その点に関しては現在検討中である。

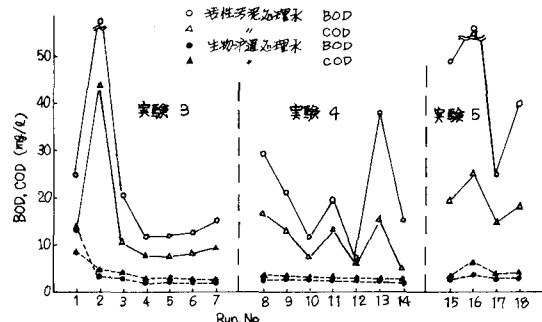


図-4 BOD, CODの水質分析結果