

II-495 好気性流動床と接触沈殿槽を用いた生活排水の処理について

太陽酸素（株）正員 安藤紳一

清水建設（株）正員 丹羽千明 正員 内田只房

1. はじめに

担体付着生物膜による流動床型反応器を用いて生活排水を処理するに際し、流動床から排出される微細SSの除去方法、流動床への酸素供給の為の省エネルギー化、生物膜厚（微生物量）の制御方法などが問題となる。今回①微細SSの除去の為に接触材を充填した沈殿槽（接触沈殿槽）の能力評価②エゼクターを用いた生物膜の剥離による生物量の制御方法について若干の知見が得られたので報告する。

2. 装置の概要

図-1に実験に用いた流動床型反応器のフローシートを示す。装置の特徴としては①酸素吸収効率の高い超微細気泡散気盤の使用②エゼクターによる生物膜剥離装置の設置③微細SS除去の為に接触沈殿槽の使用④緊急停止時に使用する再起動装置の設置などがあげられる。

3. 実験条件

本実験は某団地汚水処理場内で行ない、原水は同処理場内スクリーン後の廃水を使用した。担体は平均粒粒31mm、均等係数1.21、湿潤見掛比重1.52g/cm³の珪藻上を用いた。実験期間中の運転設定条件を表-1に示す。Run 3では負荷条件はRun 2と同様であるが上記の目的で沈殿槽に網状接触材を充填した。

4. 実験結果と考察

4.1 運転管理項目、水質分析値の経日変化

Run 1, 2, 3での運転管理項目の経日変化を図-2に示す。図-2から、バイオパーティクル（以下BPと記す）のMLVSSは、Run 1, 2, 3と徐々に増加しておりRun 1では3000ppm程度であったが、Run 3後期には9000ppmまで増加（生物膜が肥厚）し、生物膜の剥離操作が必要となった。流動床型反応器ではBPと浮遊汚泥が共存しているが、Run 3ではBPの生物量が全体の90~95%と圧倒的に多く浄化に寄与していることが判明した。BOD, SSの経日変化を図-3に示す。図-3からRun 1, 2, 3を通じて、原水と流動床流出水のBOD濃度変動は大きかったが、沈殿槽処理水BODは20mg/l以下で安定していた。Run 1, 2では沈殿槽に微細なSSの流出が見られRun 2の処理水平均SSは24.4mg/l（除去率83.6%）であったが、Run 3で沈殿槽に接触材を充填した後の平均SSは9.0mg/l（除去率92.8%）となった。

4.2 統計処理結果と考察

沈殿槽処理水BOD, SSの統計処理結果を表-2に示す。表-

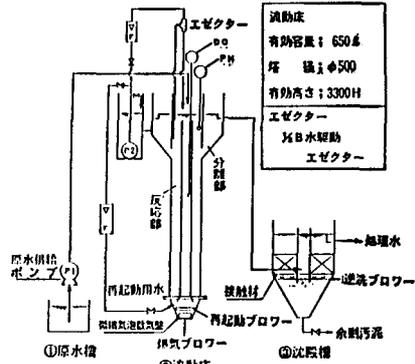


図-1 流動床型実験装置フローシート

表-1

期	Run 1	Run 2	Run 3
期	8/21~9/24	9/25~10/21	10/22~12/23
濾水速 (m ³ /日) (初期平均)	2.9	5.4	
流入BOD (ppm) (初期平均)	200		
容積 (m ³)	0.65		
流動床 滞留時間 (h)	5.4	2.9	
BOD 容積負荷 (kg/m ³ 日)	0.9	1.68	
沈 槽 有効容積 (m ³)	0.39	0.74	
滞留時間 (h)	3.2	3.3	
接触材 充填量 (m ³)	—	—	0.32
水面積 負荷 (m ² /m ³ 日)	3.2	6.0	
注 意 事 項 (%)	実粒子体積を基準とした充填率 10.0%/%, 見掛け充填率 14.2%/%		

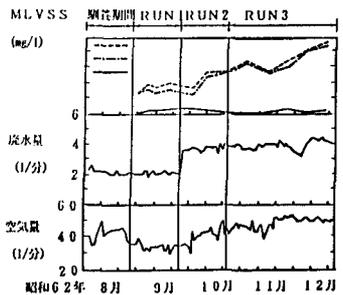


図-2

2から、沈殿槽処理水平均BOD、平均SSと各標準偏差値はいずれもRun 2よりRun 3の方が小さく、Run 2, Run 3の処理水BODの平均値の差の検定（T検定）において、有意水準5%で平均値の差は有意であることが判明した。又Run 2, 3の処理水SSの分散の違いの検定（F検定）において、有意水準5%でバラツキに違いがあることが判明した。両検定から統計的にも接触沈殿槽の効果が明らかである。Run 2, 3での処理水濾過後BODは、それぞれ6.2mg/ ($\sigma=3.0$), 4.4mg/l ($\sigma=2.1$)と安定しておりSSの除去さえ十分に行えば流動床の浄化能力は高くBOD容積負荷1.68Kg/m²・日でも良好な水質が得られることが判明した。尚別途行った接触沈殿槽の基礎実験では、図-4に見られるようにHRT 2hrでSS起因CODの約90%が除去されることが判明した。

4. 3 余剰汚泥発生量について

流入BOD量に対する余剰汚泥発生量（沈殿槽ホッパー部での汚泥蓄積量と接触材に付着した汚泥量の合量）は、Run 3平均で約40%と標準活性汚泥法と比べて低い値が得られた。各汚泥量と処理水として流出したSSとのバランスを図-5に示す。図-5から流動床から流出した汚泥の半量は接触材に捕捉され、処理水質とその時の沈殿槽接触材捕捉汚泥量の関係から、接触材の汚泥保持量の下部管理限界値は4000~6000mg/l程度が妥当であると推定された。従ってこの値を目安にして接触沈殿槽の運転管理（逆洗方法及び逆洗期間）を行った。

4. 4 生物膜の剝離による生物量の制御方法

BPから生物膜を適宜、適度に剝離させて反応器内の微生物量を制御することは、安定した処理を行う上から重要である。本報では、エゼクター（以下EJと記す）を用いて強制剝離実験を行い好ましい結果が得られたので報告する。

(1) EJを用いた生物量制御装置

図-1にEJを組み込んだ流動床反応器を示す。再起動槽内ポンプによりEJ駆動水を導き、EJに生じる負圧によりBP混合液がEJ内へ吸引され、EJ内の強い剪断力で生物膜が剝離後反応器内へ循環される。

(2) 剝離実験結果と考察

EJ内ノズルでの吐出速度（v）とBP吸込量当りの剝離量の関係図-6から傾き約1.7が得られた。円管内乱流領域では、剪断力（ τ ） $\propto f v^2$ の関係がある。又本領域では $f \propto Re^{-0.25} \propto v^{-0.25}$ の関係があり図-6から剝離量 $\propto v^{1.7}$ なる結果が得られたことから剝離量が剪断力にほぼ比例するということが判明した。

又剝離実験前後のBPの写真-1から原生動物の剝離が確認できる。写真-1バイオフィームの実態顕微鏡写真尚、本研究ではバイオフィームWTの一環として建設省建築研究所と実施している共同研究の一部である。記号 τ ; 剪断応力 f ; 摩擦損失係数 v ; 平均流速 参考文献 ; 丹羽ら 第22回水質汚濁学会 (3A-3-4s)

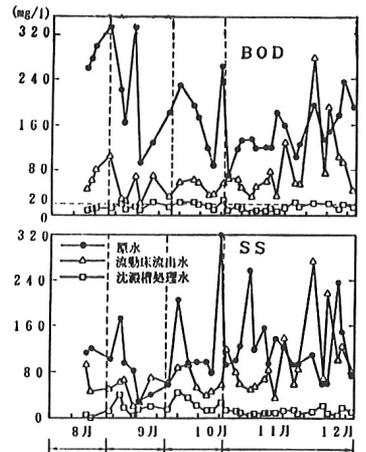
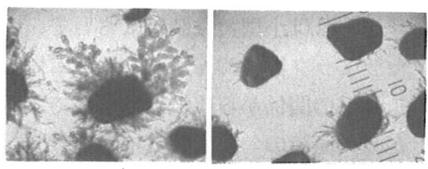
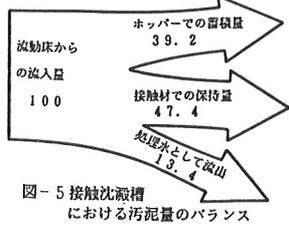
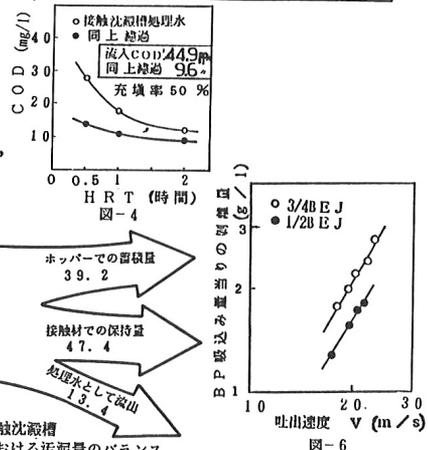


図-3 BOD, SSの経日変化

表-2

	Run 1	Run 2	Run 3
BOD			
n (測定数)	10	6	16
\bar{x} (平均値)	13.9	19.6	13.3
σ_{n-1} (標準偏差値)	4.2	5.7	5.2
$t_{\alpha} \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma_{n-1}}$ の判定	—	2.46	—
平均値の差の判定	—	$t(20, 0.05) < t_{\alpha}$	—
SS			
n	10	6	16
\bar{x}	10.1	6.2	4.4
σ_{n-1}	2.9	3.0	2.1
F	9	6	16
\bar{x}	13.2	24.4	9.0
σ_{n-1}	11.5	11.8	3.5
$F_0 \frac{(n_2-1)(\bar{x}_1^2 - \bar{x}_2^2) - (n_1-1)(\bar{x}_2^2 - \bar{x}_1^2)}{(n_1-1)(\bar{x}_1^2 - \bar{x}_2^2) + (n_2-1)(\bar{x}_2^2 - \bar{x}_1^2)}$ の判定	—	10.91	—
分散の違いの判定	—	$F(15, 5, 0.025) < F_0$	分散に違いがある



(a) 剝離前 (b) 剝離後

写真-1 バイオフィームの実態顕微鏡写真