

都市下水を対象とした低コスト排水処理システムの開発

呉高専 正 山口隆司 正 市坪 誠 広島大学 学○ 木村紋子
高知高専 正 山崎慎一 長岡技科大 正 原田秀樹

1 はじめに

嫌気性生物処理法は、中・高濃度産業廃水処理では省エネルギーかつ高速・高負荷処理可能であるため実用化が進められている。しかし、都市下水のような低濃度有機性排水では活性汚泥法が主流である。活性汚泥法は処理水質が極めて高いという利点を有している。一方、莫大なエネルギー消費、大量の余剰汚泥の排出という欠点もある。嫌気性生物処理法のひとつである UASB（上昇流嫌気性スラッジブランケット）反応器は、附着担体を用いず適度な上昇流環境での微生物群の自己固定作用を利用してグラニュール状汚泥を形成させ高濃度の生物保持を可能にした排水処理装置である。しかし、UASB 法を都市下水に適用した場合の知見は乏しい。そこで本研究では、UASB 反応器を主体とする下水処理システムの開発を行い、都市下水処理の実用化を目指す。本システムはセミパイロットスケール UASB 反応器及び水質向上のため後段処理装置で構成し、呉市広下水処理場で実下水を用い温度制御フリーという条件下で 1999 年 9 月から運転を行った。

2 実験方法

図-1 は、本実験に用いた排水処理システムの概要を示す。システムは前段 UASB と後段接触酸化槽から成る。前段 UASB 反応器は、内径 270mm×高さ 5000mm の円筒カラムに、本研究室で開発した GSS(気固液 3 相分離装置)を上部に備えた構造である。この GSS はカラム部分に置いてガスと処理水及び汚泥を分離するという構造により、反応器内の汚泥保持するものである。後段接触酸化槽は、カラム 1～4 から成り、いずれも繊維状担体を充填して、好氣的条件下で運転した（反応槽容積：カラム 1＝70 L、カラム 2～4＝250 L）。本システムは、呉市広浄化センターで実下水を用い温度制御フリーという条件下で 1999 年 9 月から運転を行った。供給下水は、スクリーン通過後（初沈前）の下水をポンプアップしたものを用いた。

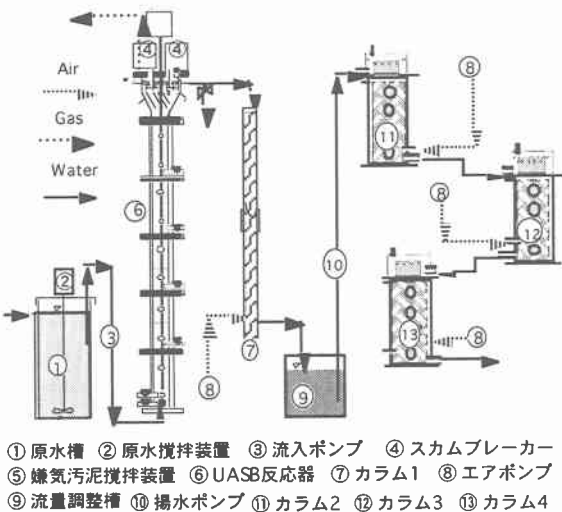


図-1 排水処理システム

3 実験結果・考察

サンプリングは、16～17 時に行った。システムの運転期間は、プロセスの構成により、RUN1～3 に大別できる。RUN1 は、運転開始から UASB 反応器のみの期間（9 月上旬～10 月下旬）。RUN2 は、UASB 反応器と後段処理装置（カラム 2、3、4）で構成された期間（10 月下旬～12 月上旬）。RUN3 は、

表-1 期間ごとの実験結果一覧

		RUN1	RUN2	RUN3
気温 (°C)		27.8	22.2	11.7
反応器内温度 (°C)		28.2	18.9	14.4
HRT(h)		3.3	2.6	9.5
COD 容積負荷(kgCOD・m ⁻³ ・day ⁻¹)		3.11	—	0.64
Total COD	UASB 出口	46.1	23.4	42.7
除去率 (%)	後段出口	—	50.4	65.8
Soluble COD	UASB 出口	62.0	55.5	63.6
除去率 (%)	後段出口	—	69.2	82.7

更にUASB反応器の直後にカラム1を加えた期間（12月上旬以降）である。

表-1は各RUN毎の気温、反応器内温度、HRT（水理学的滞留時間）、CODcr容積負荷、Total CODcr除去率、Soluble CODcr除去率のそれぞれの平均値を示す。反応器内温度は気温の低下と共に低下した。運転期間を通して設計HRTは、4時間とした（ただし、RUN2では、流量制御がうまくいかずに汚泥のウォッシュアウトが起こったため、HRTを設計値の2～3倍で運転した）。運転開始からのHRT平均は3.6時間であった。標準活性汚泥法の場合、HRTは6～8時間程度であるので、この排水処理システムは標準活性汚泥法より2～3倍高速で処理を行ったことになる。COD除去率は、UASB反応器のみではいまいひとつであるが、RUN3期間での後段も含めた除去率は、TotalCOD除去率で65.8%、SolubleCOD除去率で、82.7%を達成した。

図-2-A),B)は、流入および流出のTotal・Soluble COD濃度の経日変化を示す。図-2-A)より流入Total COD濃度は平均 $353 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ であった。また、その標準偏差が $172 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ と大きいことから流入下水濃度は、日によって大きく変動していることが分かる。運転100日目以降、UASB反応器の処理水は後段処理により約50%処理される。これは、カラム2, 3, 4を設置から2ヶ月半経ち、槽内に微生物が増殖したためと考えられる。

図-3は、RUN3における排水処理システムのCODバランスを示す。流入CODの約55%は、SS成分である。UASB出口では、溶解性メタン約15%、Soluble COD約25%、SS成分約30%であった。回収不可能であった未知成分29%は、菌体の増殖やUASB反応器内にSS成分として蓄積されていると考えられる。後段装置で残存COD成分の分解が進行した。

4 まとめ

温度制御フリーのUASB反応器を主体とした排水処理システムを9月上旬にスタートアップし2月中旬まで運転した。その結果、最終的にRUN3期間では平均気温 11.7°C 、平均HRT 7.3 h という条件下で、Total CODcr 92.4 mg/L 、Soluble COD 44.4 mg/L の処理水質を得た。このことから本システムは低濃度有機性排水処理に適用可能であると考えられる。

【謝辞】 研究の場を与えて下さいました呉市建設局下水道部及び関係各位の皆様へ深く感謝いたします。また、本研究の一部は、土木学会中国支部から研究活動助成を受けて遂行しました。ここに記して深謝致します。

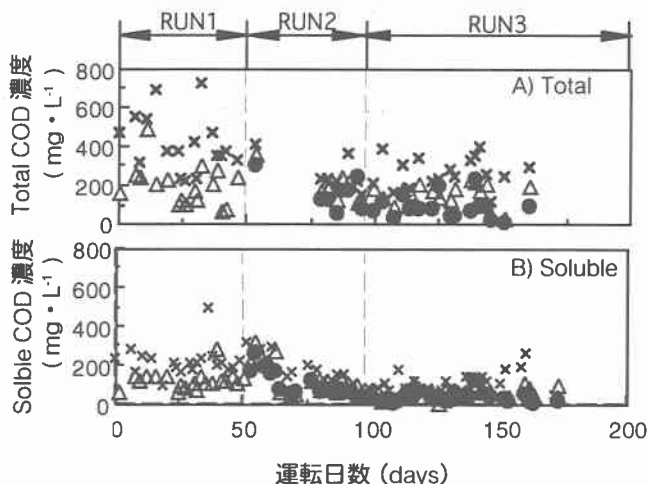


図-2 流入および流出COD濃度の経日変化
×：流入下水 Δ：UASB反応器出口
●：後段処理装置出口

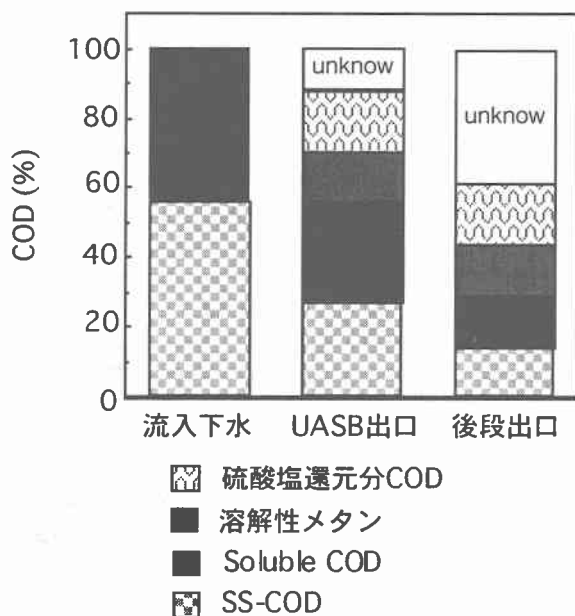


図-3 CODバランス