

高知高専専攻科

学生会員 ○篠原 鉄治

旭シンクロテック株式会社

正会員 有田 大典

高知工業高等専門学校

正会員 山崎 慎一

呉工業高等専門学校

正会員 山口 隆司

1. はじめに

高速嫌気性反応槽と接触酸化槽を組み合わせた下水処理システムは、これまでの標準活性汚泥法と比較して、処理の高速化、稼働エネルギーの省力化、廃棄汚泥の減量化、窒素およびリンの除去が期待できる¹⁾。そこで本研究では、人工都市下水を使用して、高速嫌気性反応槽の一つであるUASB反応槽と接触酸化槽を組み合わせた室内実験装置によって連続処理を行い、有機物および窒素の除去特性に及ぼす温度の影響について評価した。

2. 実験方法

図1にUASB-接触酸化処理装置の概要を示す。原水は常時攪拌され、可変定量型の原水ポンプによりUASB反応槽に供給した。UASB反応槽は、アクリル製で、下部反応槽の有効容量を7lとした。反応槽内の水温は、クーリクスによって調節した。UASB反応槽内には、長時間煮豆工場廃水で馴致されたグラニュール汚泥を植種し、実験開始時の反応槽内のMLVSS濃度を78000mg/l (V/S比0.89)とした。発生ガスは、脱硫槽で硫化水素を除去した後、湿式ガスメーターで計量した。UASB処理水が流入する接触酸化槽は、有効容量を7lとし、槽内部には生物付着担体を充填し、常時エアーポンプで曝気した。接触酸化処理水は、沈殿槽を経由して系外に流出するが、その一部は、循環ポンプによりUASB反応槽流入部に返送させて循環を行った。

原水は、人工都市下水を想定して、ショ糖 (200mg/l)、ポリペプトン (100mg/l)、 NH_4Cl (100mg/l) などを使用し、CODcr 300mg/l、T-N 30mg/l ($\text{NH}_4\text{-N}$ 26mg/l)、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 23mg/l、 $\text{SO}_4\text{-S}$ 34mg/l に調整した。また緩衝剤として NaHCO_3 と微量の無機塩類も添加した。

表1に実験条件を示す。本実験では、HRTを4.5hの一定負荷で運転した。RUN1では、UASB反応槽への処理水循環を行わずに、UASB槽内温度を23℃程度で運転させた。RUN2では、接触酸化処理水をUASB反応槽流入部へ循環比 (原水量に対する循環量の比) 2で循環させ、UASB槽内温度を23℃程度で運転させた。RUN3では、処理性能に及ぼす温度の影響を評価するために、23℃から段階的に処理水槽の温度を低下させ、RUN3-1で16℃程度、RUN3-2で10℃程度、RUN3-3で5℃程度とした。

測定および分析項目は、原水、UASB処理水、接触酸化処理水のpH、CODcr、S-CODcr、Org-N、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{SO}_4\text{-S}$ 、 $\text{S}_2\text{O}_3\text{-S}$ 、BODと発生ガス組成の分析を3回/週行なった。CODcr、Org-N、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の分析には吸光度分析計 (HACK製DR2010)、ガス分析にはガスクロマトグラフィー (島津製GC-8A)、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{SO}_4\text{-S}$ 、 $\text{S}_2\text{O}_3\text{-S}$ の分析にはイオンクロマトグラフィー (島津製カラム Shim-pack IC-A3) を使用した。

3. 実験結果および考察

本実験では、214日間 (6/11～1/11) の連続運転を行った。全期間を通して、pHは、UASB処理水6.9～8.0、接触酸化処理水7.3～8.5、UASB槽内のORPは-300～-480mVを維持させた。UASB反応槽及び接触

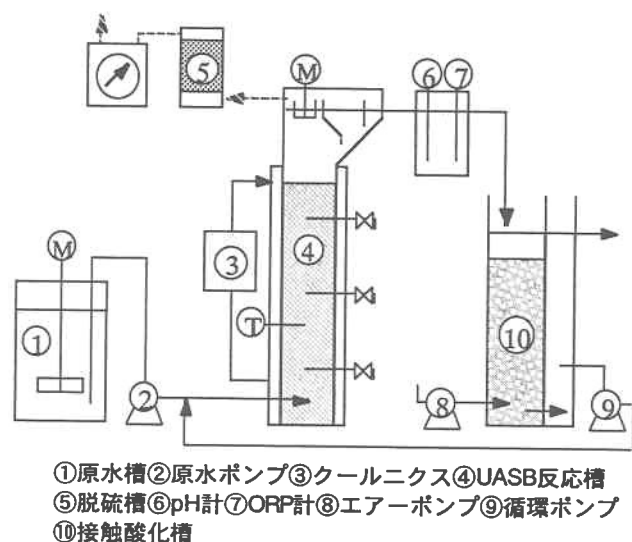


図1 UASB-接触酸化処理装置

表1 実験条件

RUN	期間	循環比	HRT(h)	平均槽内温度 (℃)	
				UASB槽	接触酸化槽
1	H13.6.11～7.27 (46日間)	0	4.5	23.0	23.9
2	H13.7.28～10.24 (88日間)	2	4.5	23.1	23.5
3	H13.10.25～11.30 (36日間)	2	4.5	16.2	17.8
	H13.12.1～12.21 (20日間)	2	4.5	9.5	13.5
	H13.12.22～1.11 (20日間)	2	4.5	4.8	13.3

酸化槽の温度については図2に示す通りである。

UASB 反応槽のガス発生量は、RUN1 では1.8l/d に対してRUN2 では0.4l/d となり、またRUN3-1 では0.2l/d、RUN3-2 では0.02l/d、RUN3-3 では0.01l/d に減少した。この減少原因として、処理水循環でUASB 処理水に溶存流出するメタン量が増加したこと、槽内温度の低下で処理水中へのメタン溶解量が増えたことなどが考えられる。

図3にCOD_{Cr}の経日変化を示す。接触酸化処理水のCOD_{Cr}は、RUN1 では26.0mg/lであったが、RUN2 では12.9mg/lに減少し、除去能力が向上した。これは、処理水循環で生じるUASB反応槽内での脱窒反応で有機物が利用されたためと考えられる。また処理温度を低下させたRUN3-1のCOD_{Cr}は21.8mg/l、RUN3-2では24.6mg/l、RUN3-3では24.8mg/lの値が得られた。処理温度の低下でCOD除去能力に若干の低下傾向は見られるが、処理温度5℃程度においても優れた処理性能を得ることができた。

図4にTotal 窒素（T-N）の経日変化を示す。接触酸化処理水のT-Nは、RUN1 では18.8mg/lであったがRUN2 では12.9mg/lに減少した。これは、UASB 反応槽内の脱窒細菌が循環水中の硝酸、亜硝酸を窒素ガスに転換したためと考えられる。また、RUN3-1、RUN3-2の接触酸化処理水のT-Nは11.7mg/l、11.9mg/lの良好な値が得られた。しかし、UASB 槽温度が5℃程度のRUN3-3では、UASB 反応槽内で有機性窒素分解機能が低下し、また接触酸化槽では硝化機能が低下し、処理水中にアンモニア性窒素が蓄積したために、T-Nは17.6mg/lに上昇した。

図5にUASB 反応槽温度とCOD_{Cr}およびT-Nの除去率の関係を示す。COD_{Cr}除去率は、処理温度が5℃程度においても92%以上の値を安定的に維持した。一方、T-N除去率は、5℃以上では70%程度を維持したが、5℃より温度が低下すると窒素除去能力が低下傾向を示すことが明らかになった。

4. まとめ

UASB- 接触酸化処理装置を使用して、人工下水をHRT4.5h、循環比2で連続運転を行った結果、以下の知見が得られた。

- 1) COD_{Cr} 除去性能は、処理温度の低下で若干の低下傾向は見られるが、処理温度5℃程度においても91%以上の優れた処理性能を得ることができた。
- 2) T-N除去性能は、処理温度5℃以上では70%程度を維持したが、5℃より温度が低下すると除去率の低下が確認された。

5. 参考文献

- 1) 朝比奈他：UASB反応槽を用いた下水処理システムの有機物・窒素の除去特性,平成13年度土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集,p478-479

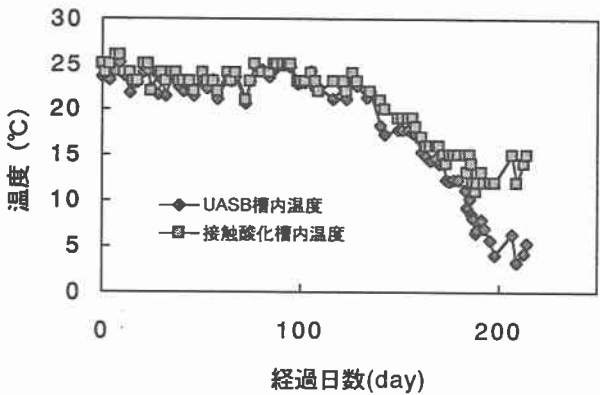


図2 槽内温度の経日変化

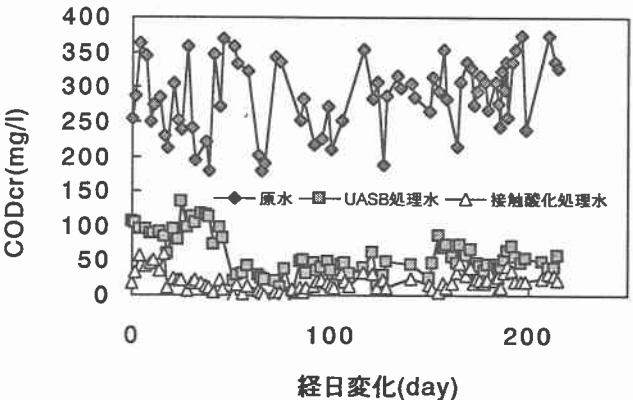


図3 COD_{Cr}の経日変化

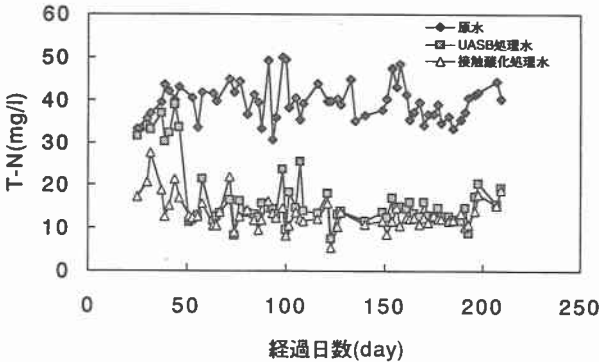


図4 T-Nの経日変化

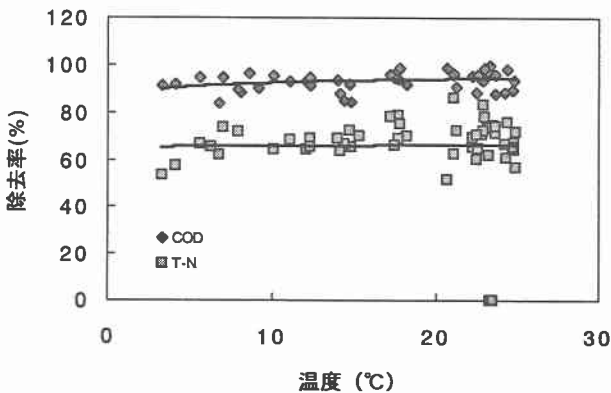


図5 UASB 反応槽温度とCOD、T-N 除去率の関係