

2 槽式 UASB 反応槽を用いた模擬下水中の有機物と窒素の処理特性

高知高専 正会員 ○山崎慎一 呉高専 正会員 山口隆司
 長岡高専 正会員 荒木信夫 広島県産科研 正会員 角野晴彦
 長岡技術科学大学 正会員 原田秀樹

1. はじめに

UASB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、省エネルギーで汚泥発生量が少なく、無加温(15以上)の高速処理条件(HRT4.5h)で有機物除去率90%以上、窒素除去率60%以上が得られることを室内実験で確認している¹⁾。しかし、下水中の有機物と窒素を別々のUASB槽によって処理することで、脱窒菌の分解機能をより高めさせ、窒素除去率のさらなる向上が期待できると考えられる。そこで本研究では、有機物分解用と脱窒用の2槽のUASB槽に接触酸化槽を組み合わせた室内実験装置を用いて長期連続処理を行い、高速処理条件下における有機物と窒素の処理特性、UASB槽内微生物の性状と基質競合について検討を行った。

2. 実験方法

図1に2槽式UASB-接触酸化処理装置の概要を示す。原水は原水ポンプと分流ポンプ(運転165日目以降より使用)によりUASB槽に供給した。UASB槽は2槽とも有効容量5Lとし、アオハタ工場廃水処理UASBグラニューロ汚泥を投入した。接触酸化槽は有効容量5Lとし、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2槽目UASB槽流入部に循環比(循環水量/原水量)2で返送した。原水は人工都市下水を想定して、ショ糖、ポリペプトン、 NH_4Cl 、 KH_2PO_4 、 Na_2SO_4 などを使用し、 $\text{COD}_{\text{Cr}}300\text{mg/l}$ 、 $\text{T-N}30\text{mg/l}$ 、 $\text{T-P}10\text{mg/l}$ 、 $\text{SO}_4\text{-S}33\text{mg/l}$ 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。運転開始から段階的に原水量を増加させ、HRTを43日目から4.5hに維持し85日間までは汚泥の馴致を行い、86日目から処理特性の確認を行った(RUN1)。しかし、窒素の処理性能が低く不安定な状態が続いたため、その改善策として124日からHRTを6hに変更した(RUN2)。しかし、その後も処理性能は安定しなかったため、原水の半分量を2槽目UASB槽に直接流入させて、165日目からHRT4.5hに戻して運転を行った(RUN3)。

3. 実験結果と考察

3.1 システムの処理特性

図2に処理温度とUASB槽内ORPの経日変化を示す。処理温度は、運転開始時は20～25であったが、その後の気温の上昇によりRUN1の期間では30程度に上昇した。しかし、RUN2以降は気温が低下し、RUN2では25～20、RUN3では20～10に低下した。UASB槽内のORPは、1槽目では全運転期間を通じて-450mV程度を維持した。2槽目ではRUN1とRUN2では急激な変動を繰り返して不安定な状態であったが、RUN3では安定化し-500mV程度を維持した。

図3に COD_{Cr} と全窒素(T-N)の経日変化

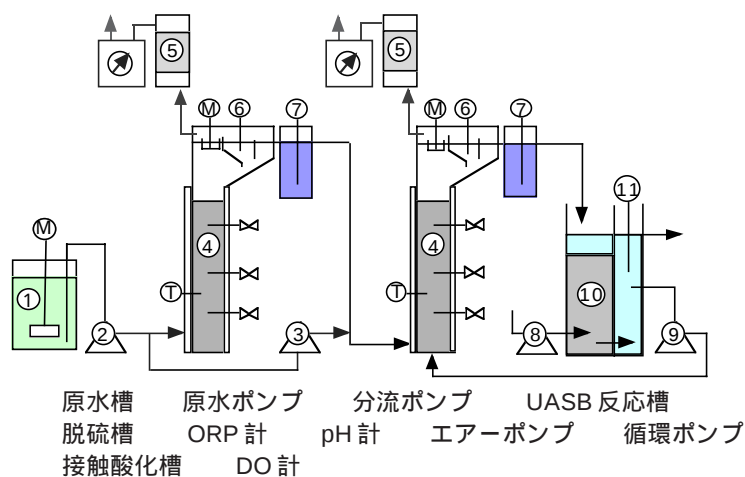


図1 2槽式UASB-接触酸化処理装置の概要

表1 実験条件

期間(days)	HRT (h)	運転方法
1 ~ 85	15 ~ 4.5	汚泥馴致
86 ~ 123	4.5	処理特性評価→窒素除去不安定 (RUN1)
124 ~ 156	6.0	流入負荷減少→窒素除去の悪化 (RUN2)
165 ~ 210	4.5	2槽目UASB槽に原水半量流入 (RUN3)

キーワード：UASB、接触酸化、下水処理、窒素除去

連絡先：〒783-8508 高知県南国市物部200-1 高知高専建設システム工学科 TEL/FAX 088-864-5671

を示す。COD_{Cr} は、全運転期間を通じて、原水 200 ~ 350mg/l に対し、接触酸化処理水は 10 ~ 20mg/l となり、COD_{Cr} 除去率は平均 91% の安定した処理性能を得た。全窒素については、原水 25 ~ 35mg/l に対して、接触酸化処理水は RUN1 と RUN2 で 10 ~ 25mg/l、RUN3 では 10mg/l 程度となった。RUN1 と RUN2 では、2 槽目 UASB 槽内での脱窒反応に必要な水素供与体（有機物）が不足し、硝酸、亜硝酸が脱窒されずに反応槽内に残存したが、RUN3 では、原水中有機物を利用して良好に脱窒され、窒素除去率は平均 58% を得ることができた。

3.2 UASB 槽内の汚泥性状と基質利用関係

UASB 槽内のグラニュー丸汚泥は、1 槽目では黒色で 1 ~ 2mm の粒径を有し、全運転期間を通じて外観的に著しい変化はみられなかったが、2 槽目では汚泥表面に白い繊維状の毛が成長し、粒径も 5mm 以上に肥大化し、比重も軽く浮きやすい汚泥に変化した。この汚泥性状の変化は脱窒菌の増殖によるものと推察される。

図 4 に RUN3 における UASB 槽への COD_{Cr} の流入量に対する微生物利用量と流出量を示す。1 槽目 UASB 槽（流入水の COD_{Cr}/SO₄ 比は 2.7）では、メタン生成菌と硫酸還元菌が COD_{Cr} を 4 : 3 の割合で競合利用しており、また、2 槽目 UASB 槽では、硫酸還元反応は起こらず、脱窒菌とメタン生成菌が COD_{Cr} を 5 : 1 の割合で利用していることが観察された。2 槽目 UASB 槽での流入水中の硝酸の脱窒率は 98% であったことから、流入水中に硝酸が存在すると脱窒菌はメタン生成菌よりも高い割合で COD 分解に寄与することが判明した。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下に整理する。

- 1) 処理水温 10 ~ 20 °C において、原水量の半分を 2 槽目 UASB 槽に流入させ、HRT 4.5h の高速処理条件で運転を行った結果、COD_{Cr} 除去率は平均 91%、T-N 除去率は平均 58% の処理性能を得ることができた。今後は、処理水循環比の増加による窒素除去率のさらなる向上と反応槽内汚泥の安定維持について検討を行う。
- 2) 1 槽目 UASB 槽にはメタン生成菌と硫酸還元菌が、2 槽目 UASB 槽にはメタン生成菌と脱窒菌が原水中の COD_{Cr} を競合利用していることが観察された。

謝辞：本研究は、NEDO より産業技術研究事業費補助金（課題番号 01B63001d）及び広島県産業科学技術研究所産学官共同研究プロジェクトより助成金を受けて遂行した。記して深謝いたします。

参考文献

- 1) 山崎慎一ら：UASB-接触酸化下水処理システムによる有機物と窒素の同時除去特性，土木学会論文集 No.734/Ⅰ-27, 135-142，2003

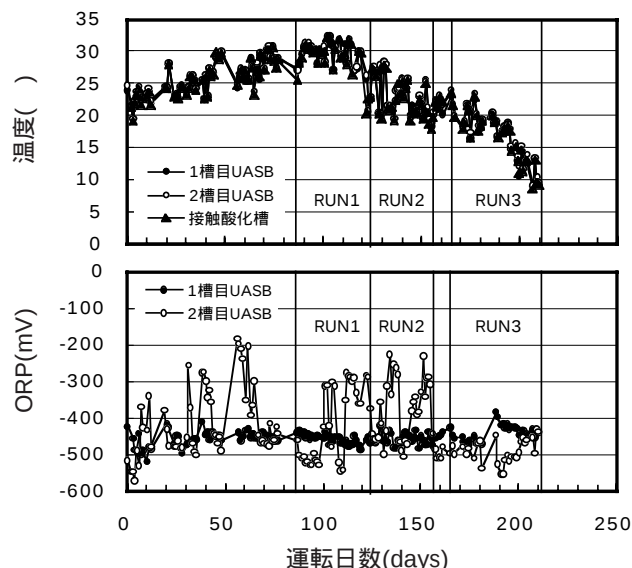


図 2 処理温度と UASB 槽 ORP の変化

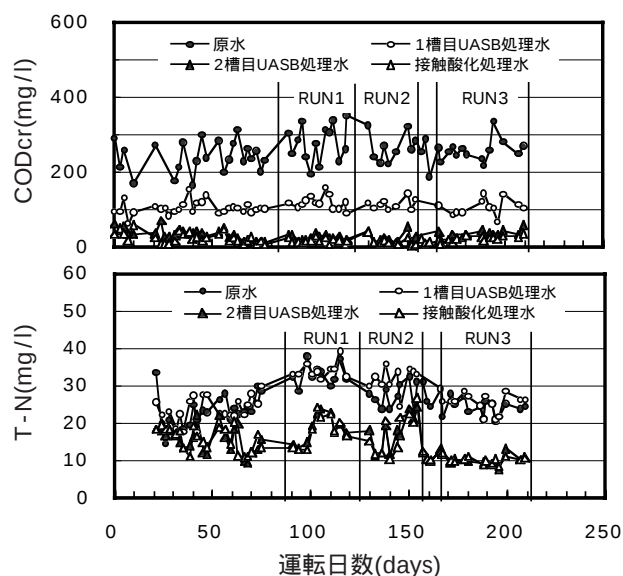


図 3 COD_{Cr} と T-N の変化

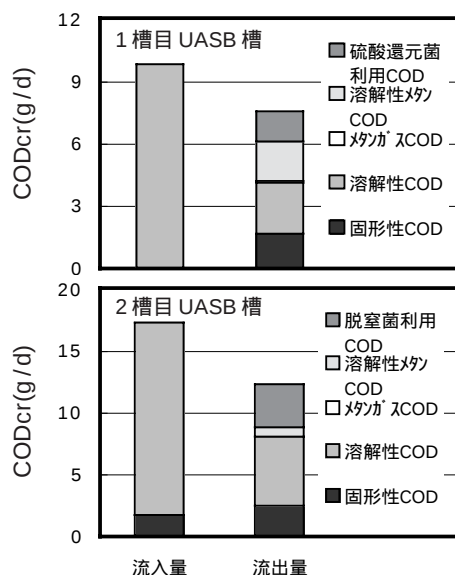


図 4 UASB 槽への COD_{Cr} の流入量に対する微生物利用量と流出量