

低温排水に適応可能な UASB/DHS システムによる下水処理試験

株式会社環境テック 正会員 ○高橋 優信, 呉工業高等専門学校 正会員 山口 隆司
広島県立西部工業技術センター 正会員 倉本 恵治, 寿工業株式会社 正会員 霜崎 敏
三機工業株式会社 正会員 長野 晃弘, 正会員 加藤 薫

1. はじめに

下水処理に用いられている活性汚泥法は、莫大な余剰汚泥排出やエネルギー消費の点で問題を有する。UASB（Up-flow Anaerobic Sludge Bed：上昇流嫌気性汚泥床）に代表される嫌気性処理法は、好気性処理法と比較して低汚泥排出、低電力消費、創エネルギーという優れた特徴を有することから、これまで中高温域の易分解性の産業廃水処理に普及している。しかしながら、嫌気性生物処理法を単独で下水に適用すると、その処理水はBOD 除去率で 50-70%（処理水温 25℃）と低く、放流レベルに達しない。また、日本国内のように季節による水温変動が大きい地域では、その水量が多いために加温操作が容易でないことが嫌気性処理法を適用する際のもう一つの課題として挙がる。更に無加温条件下で下水を嫌気処理した場合には、特に冬季の低温条件下でメタン生成古細菌の活性低下による処理水質の悪化が懸念される。

そこで本研究では、低温で活性が低下するメタン生成古細菌に代わる有機物除去者として硫黄酸化還元サイクル微生物に着目した。実験では、季節変動に伴う水温変化のある実下水に対して硫黄酸化還元サイクルを活用した UASB/DHS（Down-flow Hanging Sponge reactor）システムの適用可能性を評価した。

2. 実験方法

図 1 は、本実験に用いた処理装置の概略図を示す。処理装置は、広島県東広島浄化センター内に設置し、システムに供給した下水は同浄化センターに流入した実下水を用いた。処理フローは、スクリーン通過後の下水を脱窒槽と UASB からなる嫌気槽で前段処理する。そこで得た UASB 処理水は、後段の DHS により好気処理し、砂ろ過槽を通過して最終処理水となる。循環ラインは、DHS 流出から脱窒槽に設け、DHS 処理水と砂ろ過洗浄水を返送した。

表 1 は、運転条件を示す。運転条件は RUN1-10 とし、約 1000 日間の連続試験を行った。システム全体の HRT は 9-24 時間、循環比は 0.3-2.0、運転温度は制御フリーとした。なお植種汚泥として、UASB には食品廃水処理を行っていた中温メタン発酵グラニュールを 3.9m³、好気槽には活性汚泥を 0.1m³投入した。

3. 実験結果

3.1 連続試験結果

図 2 は、(A) 下水の日平均温度と各位置での (B) SS、(C・D) 全・溶解性 BOD 濃度の経日変化を示す。運転期間を通して流入下水の SS 濃度は 100-500mg/L、平均 BOD 濃度は 100-300mg/L である。

RUN7-1、RUN7-2 では、HRT 17 時間、循環比 2 の条件で運転を行った。RUN7-1 は夏から秋に向かう下水水温が低下する時期であるが、水温低下の影響を受けず安定した処理

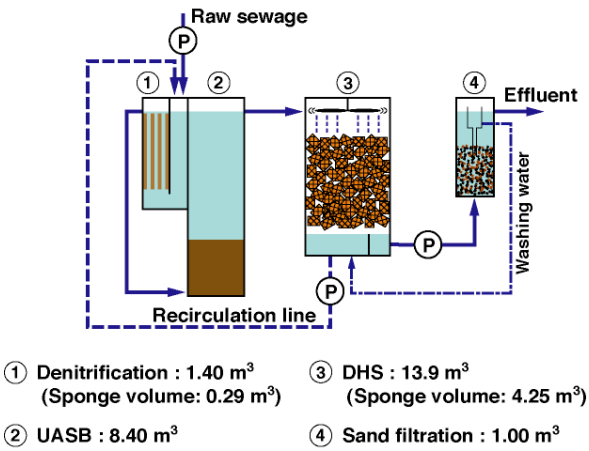


図 1 UASB/DHS システムの概略図

表 1 UASB/DHS システムの運転条件

RUN No.	Day	HRT (hr)	Recirculation ratio	Sewage temp. (°C)	Inf. sulfate conc. (mg-S/L)
1	0 - 49	24	2	26 (1)	66 (34)
2	50 - 163	12	2	23 (5)	71 (36)
3	164 - 184	24	2	13 (3)	128 (97)
4	185 - 222	24	0.3	10 (2)	124 (42)
5	283 - 372	24	1	20 (4)	116 (40)
6	373 - 399	12	1	27 (2)	77 (32)
7-1	400 - 533	17	2	24 (5)	82 (37)
7-2	534 - 609	17	2	11 (2)	95 (21)
8	679 - 884	14	2	23 (4)	103 (23)
9	885 - 970	12	2	7 (3)	140 (28)
10	971 - 981	9	2	7 (2)	124 (12)

() standard deviation

キーワード：低温排水，都市下水，UASB，DHS

〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2-2-11 呉工業高等専門学校 環境都市工学科 山口研究室 Tel.0823-73-8951

性能が得られた。平均 SS 濃度は、流入下水で 179mg/L、UASB 流出で 39mg/L、DHS 流出で 58mg/L、砂ろ過後の最終処理水は 13mg/L を得た。また、全 BOD は、流入下水で 135mg/L、UASB 処理水で 40mg/L、DHS 処理水では 7mg/L を得た。RUN7-2 では、下水水温が 15℃を下回る時期であり、これまでは循環比を低下させる操作を行ったが、RUN7-1 と同条件で運転した。運転 562 日以降は下水水温が 10℃以下となったが、有機物分解能は安定していた。

RUN8 では、HRT 14 時間、循環比 2 の条件で運転を行い、RUN9 で HRT 12 時間に短縮した。RUN9 では、下水の日平均水温が 7℃と低温域であった。このときの全 BOD は、流入下水で 207mg/L、UASB 処理水で 42mg/L、DHS 処理水で 9mg/L を得た。

RUN10 では、更に HRT 9 時間に短縮した。下水の日平均水温は 7℃と低温域であった。このときの全 BOD は、流入下水で 152mg/L、UASB 処理水で 53mg/L、DHS 処理水で 14mg/L を得た。

3.2 汚泥発生量

連続試験中の汚泥の引抜きは一切行っておらず、余剰汚泥削減にも極めて有効なプロセスであることを確認した。UASB 槽内に蓄積した汚泥量は、UASB 流入汚泥量と UASB 流出汚泥量の差 (100%とする) に対して、SS ベースで 2-3% の蓄積であった。また、UASB が流入 SS を補足、可溶化することにより、後段 DHS への有機物負荷が低減され、システムとしての処理の安定性が高まったと考えられる。

3.3 硫黄サイクルの確認

運転 914 日目 (RUN9) に、UASB 高さ方向プロファイルを硫黄化合物について測定したところ、流入した硫酸塩 131mgS/L (硫化物 1mgS/L) は、UASB 汚泥床において還元され、汚泥床中部では硫酸塩が 36mgS/L、溶解性硫化物が 74mgS/L となった。また、UASB で生産された硫化物は DHS において硫酸塩にまで酸化され、DHS 流出では硫酸塩が 150mgS/L、硫化物が 1mgS/L となった。このことから本システムにおいて硫黄酸化還元サイクルが作用していることが確認できた。

4. まとめ

温度制御フリーUASB/DHS システムに都市下水を供した約 1000 日にわたる連続実証試験から、以下の知見が得られた。

- 1) 通年して安定的な優れた有機物処理性能を実証した。短期運転成果ではあるが HRT 9 時間の性能を実証できた。流入下水 BOD で 152mg/L のものが、UASB 処理水で 53mg/L となり、DHS 処理水で 14mg/L を得た。
- 2) UASB 槽内に蓄積した汚泥量は、UASB 流入汚泥量と UASB 流出汚泥量の差 (100%とする) に対して、SS ベースで 2-3% の蓄積であった。
- 3) 低水温下の実下水を対象とした硫黄酸化還元サイクルを活用した UASB/DHS システムにおいて、硫黄酸化還元サイクルが作用していることを確認した。

謝 辞

この成果は、広島県産業科学技術研究所の西尾プロジェクトの研究によるものであります。また、装置の設置・運用には東広島市にご協力を頂いております。記して、関係各位に深謝致します。

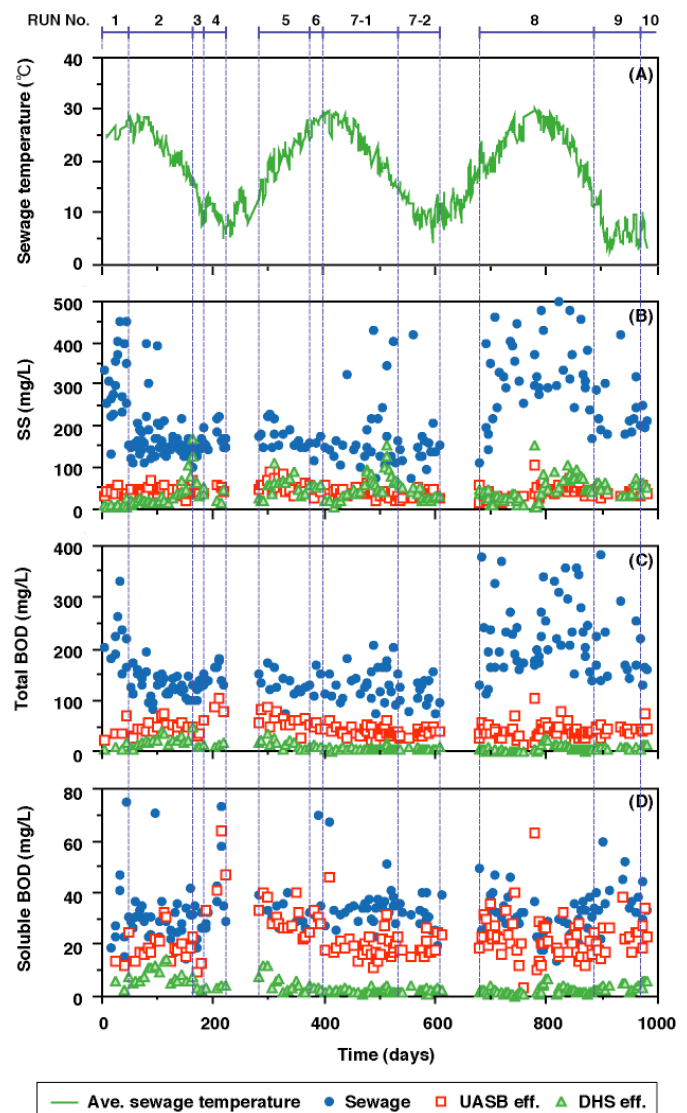


図2 (A) 日平均温度と各位置での (B) SS, (C・D) 全・溶解性 BOD 濃度の経日変化