

## 無加温 UASB/DHS システムによる下水処理実証試験

広島県産業科学技術研究所 正会員 ○高橋優信

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

長岡工業高等専門学校 正会員 荒木信夫, 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／広島県産業科学技術研究所 正会員 山口隆司

### はじめに

下水処理の主流である好気性活性汚泥法は、高い処理能力と引き換えに莫大な余剰汚泥の排出やエネルギー消費の点で問題を有する。一方、UASB 法など中・高濃度廃水処理に多く採用されているメタン発酵型の嫌気性処理法は、曝気電力が不要で余剰汚泥が少ないことや、生成されたメタンガスのエネルギーが回収可能といった長所を持つ。嫌気性処理法を都市下水に用いると、有機物濃度が低く水量が莫大である点や、特に冬季においては水温が低いといった理由から、処理を担うメタン生成菌の至適な環境を整えることは困難であり、処理水質の悪化が懸念される。そこで本研究では、高温に有利なメタン菌に代わる微生物として、反応槽内に存在する硫黄細菌に注目し、低温環境下でも有機物除去可能な下水処理プロセスの構築を目的とした。本装置で実証するシステムは、嫌気槽内の硫酸還元菌と好気槽内の硫黄酸化菌を用いた、循環運転による硫黄酸化還元サイクルを活用した新規下水処理プロセスである。本報告では、嫌気法である UASB 法に好気法である DHS（スポンジ担体散水ろ床）を組み合わせた嫌気-好気循環型 UASB/DHS システムを都市下水処理場に設置し、無加温条件下で通年した連続試験を行い、本システムの適用可能性について調査した。

### 実験方法

Fig.1 に、実験装置の概略図を示す。前段嫌気槽は脱窒槽（ $1.40\text{m}^3$ ）と UASB（ $8.40\text{m}^3$ ）とし、後段好気槽には DHS（ $4.25\text{m}^3$ ）を採用した。処理フローは、下水を脱窒素槽に供給し、脱窒素槽と UASB 槽で嫌気的に処理を行い、得た UASB 流出水を DHS 槽により好気性処理した後、砂ろ過槽を経て最終処理水とした。循環ラインは DHS 槽下部から脱窒素槽（下水流入）に設け、DHS 流出水と SS 成分を含む砂ろ過洗浄水を返送した。Fig.2 に運転条件を示す。運転温度は制御フリーとし、通年した連続試験を行った。流入下水の日平均水温は夏場で  $29^\circ\text{C}$ 、冬場で  $5^\circ\text{C}$  を記録した。システム全体の HRT は 24-12 hr、循環比は 2.0-0.3 で行った。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ールを  $3.9\text{m}^3$ 、好気槽には活性汚泥を  $0.1\text{m}^3$  投入した。本装置は、東広島浄化センター内に設置し、スクリーン通過後の実下水を供給した。試験期間における UASB 流入の硫酸塩濃度は  $91 \pm 28\text{mgS/L}$  であった。

### 実験結果及び考察

Fig.3 に各位置での SS・BOD・COD 濃度の経日変化を示す。HRT 17 hr、循環比 2 の運転条件である 400 日以降は、水温低下の影響を受けず安定した処理性能が得られた。流入下水の平均 SS 濃度は  $171 \pm 87\text{mg/L}$  であった。それが UASB 流出で  $36 \pm 12\text{mg/L}$  となり、DHS 流出では  $45 \pm 31\text{mg/L}$  となって砂ろ過槽へ流入した。砂ろ過槽を経た最終処理水は  $13 \pm 6\text{mg/L}$  以下を得た。全 BOD につ

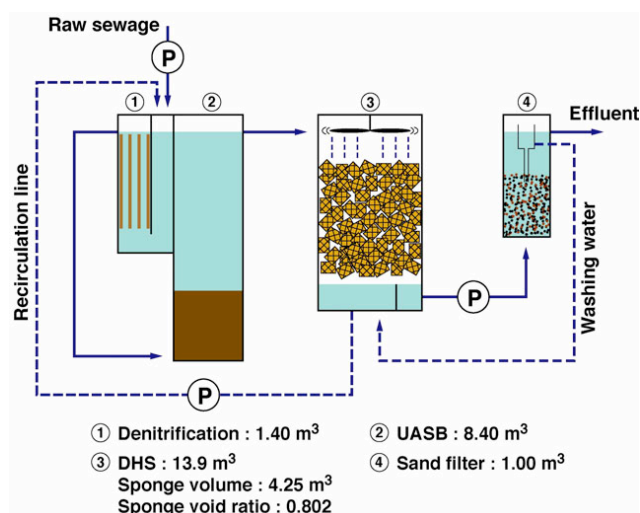


Fig. 1 Schematic diagram of the experimental set-up.

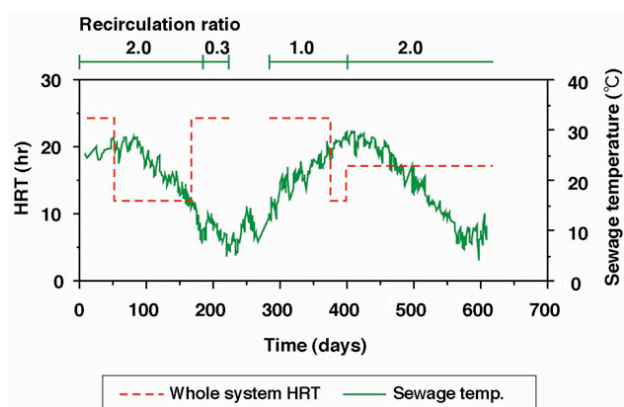


Fig. 2 Operating condition.

キーワード：都市下水、パイロットスケール、UASB、DHS

〒739-0046 広島県東広島市鏡山 3-10-32 広島県産業科学技術研究所 Tel.082-431-0213

いては、流入下水で  $128 \pm 32 \text{ mg/L}$  ( $331 \pm 117 \text{ mgCOD/L}$ ) のものが、UASB 処理水で  $39 \pm 9 \text{ mg/L}$  ( $94 \pm 18 \text{ mgCOD/L}$ ) となり、DHS 処理水では  $7 \pm 3 \text{ mg/L}$  ( $70 \pm 33 \text{ mgCOD/L}$ ) が得られた。

運転 562 日以降は下水温度が  $10^\circ\text{C}$  を下回ったが ( $10\text{--}5^\circ\text{C}$ )、そのようなメタン菌の活性が低下する低温域においても有機物分解能は維持・安定していた。そのときの UASB における全 BOD 除去率は  $64 \pm 10\%$  (全 COD 除去率  $68 \pm 6\%$ )、DHS を経た全システムにおける全 BOD 除去率は  $94 \pm 2\%$  (全 COD 除去率  $82 \pm 5\%$ ) を得た。

Fig.4 に 400-609 日における COD 収支を示す。棒グラフ間の結線は液中に存在する有機物量を示す。UASB 流入における COD の増加は、DHS 流出水からの返送による増加である。システム全体の有機物の分解寄与率は、硫酸還元利用、好気性利用がそれぞれ 64%、20%であった。なお、UASB 内では固形性有機物の可溶化により酸生成が進行しており、生産された溶解性有機物は硫酸塩還元菌により即座に分解されているのを確認した。

また、345-581 日の期間の UASB 内の汚泥量について調査したところ、槽内に蓄積する汚泥量は、流入汚泥量に対して、2-3% (SS ベース) の蓄積にすぎず、残りは槽内で可溶化したものと考えられた。本連続運転 600 日を超える期間では、システムからの汚泥の引き抜きの必要は全く無かったことから、余剰汚泥削減に極めて有効なプロセスであることが分かった。

## まとめ

無加温で嫌気-好気循環型 UASB/DHS システムを用い、都市下水処理場にて運転日数 600 日を越える通年した連続試験を行った結果、以下の知見が得られた。

- 1) HRT 17 hr, 循環比 2, 硫酸塩濃度  $90 \text{ mgS/L}$ , 下水温度が  $29\text{--}5^\circ\text{C}$  に低下する条件下における有機物除去は安定していた。全 BOD については、流入下水で  $128 \pm 32 \text{ mg/L}$  のものが、UASB 処理水で  $39 \pm 9 \text{ mg/L}$  となり、DHS 処理水では  $7 \pm 3 \text{ mg/L}$  と良好な水質を得た。
- 2)  $10\text{--}5^\circ\text{C}$  の低温域についても有機物分解能は安定していた。UASB における全 BOD 除去率は  $64 \pm 10\%$ , DHS を経た全システムにおける全 BOD 除去率は  $94 \pm 2\%$  を得た。
- 3) システム全体の有機物の分解寄与率は、硫酸還元利用、好気性利用がそれぞれ 64%、20%であった。
- 4) 槽内に蓄積する汚泥量は、流入汚泥量に対して、2-3% (SS ベース) の蓄積にすぎず、残りは槽内で可溶化したものと考えられた。
- 5) 本連続運転 600 日を超える期間では、システムからの汚泥の引き抜きの必要は全く無く、余剰汚泥削減に極めて有効なプロセスであることが分かった。

## 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、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、関係各位に感謝致します。

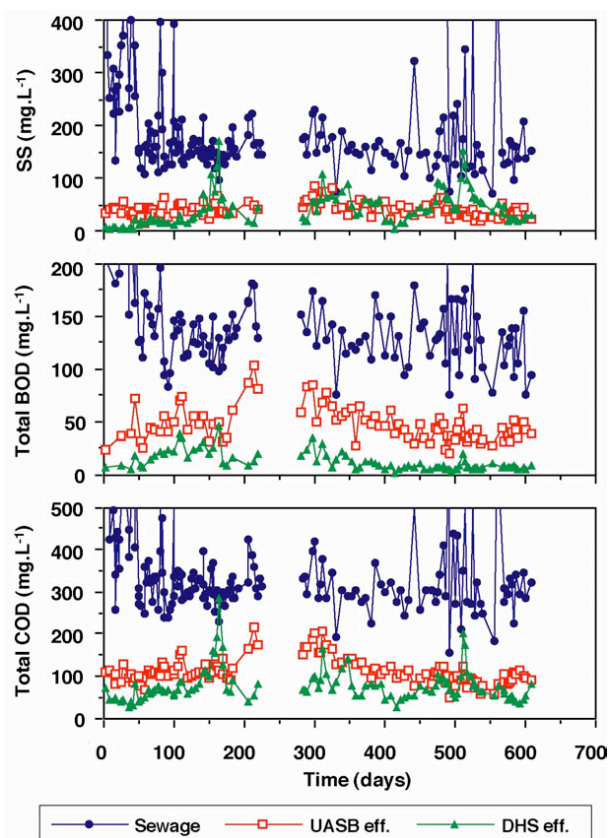


Fig. 3 Time course of SS, COD and BOD concentration during treatment in UASB/DHS system.

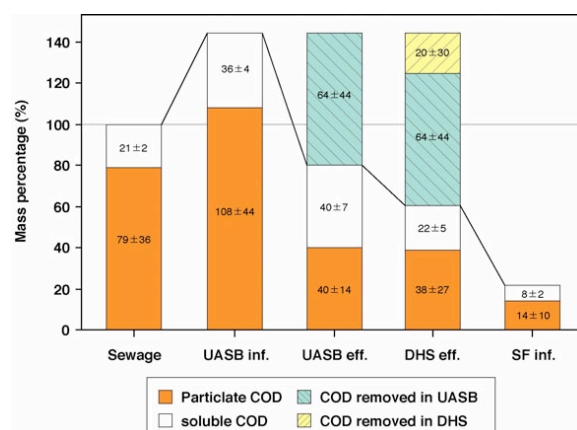


Fig. 4 COD mass balance of UASB/DHS system on the day 400-609.