

長岡技術科学大学 学生会員 角野晴彦 正会員 原田秀樹、大橋晶良、珠坪一見
ユニチカ 星伸吾 東急建設 屋井裕幸、植木恭子、Lalit K. Agrawal

1.はじめに

UASB法を都市下水処理に適用した場合、グラニュール化が進行しにくい、良好な処理水質が得られない等の問題がある¹⁾。しかし嫌気性処理法は、汚泥発生量を低減でき、排水からメタンとしてエネルギーを回収できるなどの利点を有しており、適切な処理水質を得るための低コストで維持管理が容易な点を損なわない新たな後段処理プロセスが要求される。

そこで本研究では、UASBのポストトリートメントとして新規のスポンジキューブ懸垂型（Downflow Hanging Sponge-cubes:DHS）リアクターを開発し、都市下水処理場にUASBとDHSリアクターのミニパイロットプラントを設置して実都市下水の連続処理実験を行ったので、その処理特性について報告する。

2.実験方法

本開発システムの概要をFig.1に示す。流入都市下水はまずUASBリアクター（全容積155L、HRT 6時間）で前段処理される。その処理水は後段処理のDHSリアクターの上部へ供給され、ポリッシュ・アップされる。DHSリアクターは、1.5cm角のウレタンスポンジを対角線方向にナイロン糸で90個連結したスポンジキューブ連（高さ2m）を2本直列に接続したものを1モジュールとして玉簾状に懸垂させたもので、UASB処理水を上部から滴下して、重力で流下する間に、スポンジの表面あるいは内部に付着・捕捉されている微生物によって浄化される機構である。従って、本システムでは人為的なエアレーションを一切付加していない。DHSリアクターへはUASB処理水を4mL/minで供給しているが、1本目のスポンジキューブ連で硝化反応が起こり、生成された硝酸性窒素を2本目のスポンジキューブ連で脱窒反応の促進を狙って、2本目のスポンジキューブ連上部へ炭素源として実下水を1mL/minで付加供給した。従って全システムのHRTは8.03時間となる。スポンジ担体は装置の運転前に活性汚泥槽に24時間浸漬して植種を行った。なお、UASB、DHSプロセスともに温度は25℃に制御した。

3.実験結果及び考察

有機物除去特性

Fig.2に有機物除去パフォーマンスの一例として都市下水、UASB及びDHSリアクター処理水の全BODの経日変化を示した。流入下水の水質はかなり変動しているが、UASB、DHSリアクター処理水は共に安定している。ただし、DHSリアクターの処理水に、UASB処理水を越える急激な濃度上昇をしている時が数力所ある。この水質が悪化した時には、流入ラインの詰まり等のトラブルでDHSリアクターへの流入が停止してスポンジが乾燥しており、流入を再開した直後に発生していた。すなわち、

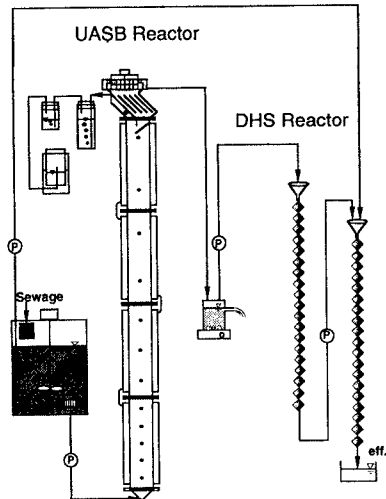


Fig.1 Schematic representation of whole treatment system

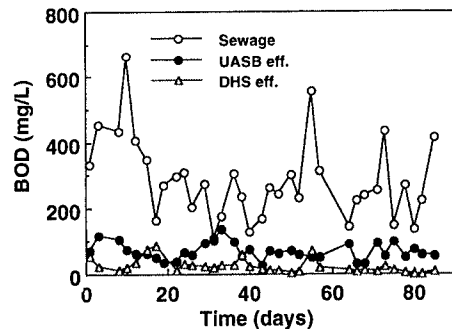


Fig.2 Time course of total BOD

Table1. Summarized data of UASB, DHS and whole system

Items	Sewage	UASB effluent	DHS effluent
CODt (mg/L)	684	231	134
CODs (mg/L)	188	63	52
BODt (mg/L)	279	68	23
BODs (mg/L)	80	16	5
T-K-N (mgN/L)	52	55	20
S-K-N (mgN/L)	40	47	17
NH4-N (mgN/L)	31	42	16
NO2-N (mgN/L)	0	0	3.6
NO3-N (mgN/L)	0.1	0	22
SS (mg/L)	269	109	55
VSS (mg/L)	225	82	40
DO (mg/L)	0.6	1.8	6.3
pH	7.5	7.1	6.8
v.s. Sewage			
CODt removal (%)		60	77
CODs removal (%)		64	72
BODt removal (%)		70	91
BODs removal (%)		78	94
NH4-N removal (%)			46
total N removal (%)			9.6
SS removal (%)		52	77

キーワード：UASB、DHSリアクター、余剰汚泥、窒素除去、都市下水

〒940-21 新潟県長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学 水圏環境工学研究室 tel.0258-46-6000

スポンジに保持されていた微生物が乾燥したために洗い流されたものに因ると考えられる。

Table1に下水と処理水質および除去率を示す。平均全BODは279mg/L、溶解性で80mg/Lの下水は、UASB処理で全BODで68mg/L、溶解性で16mg/Lまで除去されており、平均BOD除去率は、全成分で70.4%、溶解性で78.3%とそこそこの処理性能を有している。後段のDHSリアクターを含めた全システムによる処理水の平均全BODは23mg/L、溶解性で5.0mg/Lまで減少し、平均全および溶解性のBOD除去率はそれぞれ90.8%、94.0%であり、スポンジが乾燥するというトラブルに関わらず、優れた有機物除去性能を有していた。

硝化・脱窒性能

Fig.3と4にUASBおよびDHS処理水の窒素態の経日変化を示す。UASB処理水はほとんどがアンモニア性窒素で占められているが、運転40日目ころからDHSリアクター内で硝化反応が活発に進行するようになり、最終的にはDHS処理水中の窒素の約2/3が硝酸性窒素に転換されている。全システムによるアンモニア除去率は70%程度と高く、DHSリアクターは人為的なエアレーションを要しなくても、スポンジへの良好な酸素取り込み機能を備えているようで、硝化反応が十分に進行することが分かった。また、スポンジの乾燥トラブルがなければ、硝化反応は運転開始後速やかに起こると推測される。しかし、窒素除去率は全システムでも9.6%しかなく、DHSリアクターの途中から有機炭素源としての下水を添加しても、脱窒促進の効果は少なかったと考えられる。

物質収支

Fig.5にCODおよび窒素態の収支図を示す。UASBとDHSリアクターのシステムは、長期間の運転中に余剰汚泥を一切引き抜いていない。これは、発生した汚泥はDHSリアクター内で捕捉されるが、捕捉された汚泥は自己分解あるいは原生動物等に捕食され、この量が増殖汚泥量と釣り合っているためと推察される。このような余剰汚泥がゼロでも、CODはUASB内で66%、DHSリアクターで59%が分解され、全システム処理水中の窒素はほとんど硝酸態窒素まで酸化されている。

4.まとめ

UASBのポストトリートメントとして新規に開発したDHSリアクターを組み合わせた都市下水処理システムは、80日間を超える連続処理実験においても余剰汚泥を排出せず、卓越した有機物除去性能を有していた。また、エアレーションが不要に関わらず高い硝化能力を持ち、脱窒反応もわずかではあるが確認できた。

参考文献 1) 関口勇二（1995）、UASB法による低濃度廃水処理におけるグラニュレーション特性、第51回年次学術講演会 講演概要集、p.8-9

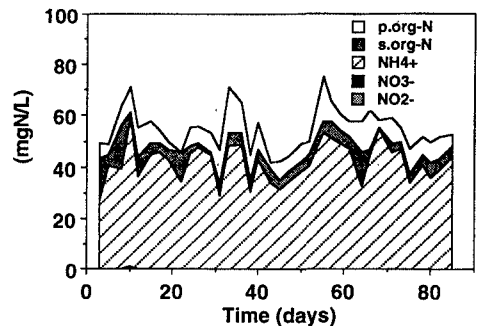


Fig.3 Time course of UASB eff. Nitrogen

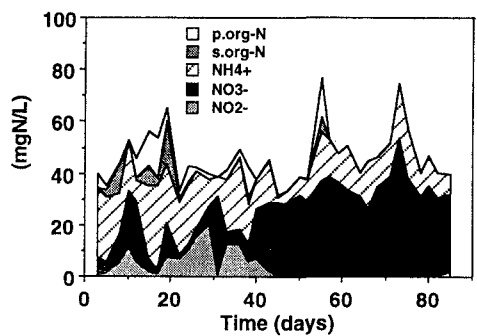


Fig.4 Time course of DHS eff. Nitrogen

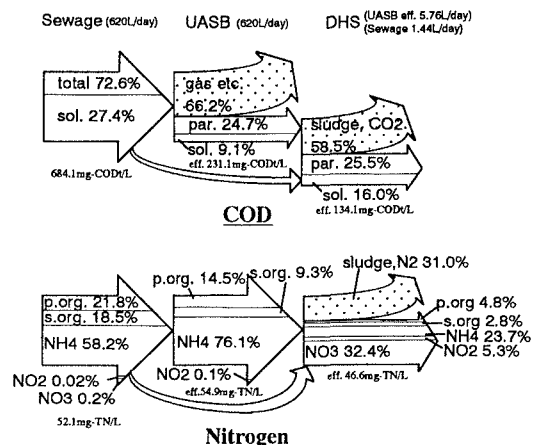


Fig.5 Massbalance of COD and Nitrogen in UASB and DHS through 85 days