

途上国向けの低コスト型新規下水処理システム（UASB/DHS第3世代型）の開発

～（その1）処理特性の把握～

長岡技術科学大学 学生会員 ○村松武、高橋優信
正会員 大橋晶良、原田秀樹

1. はじめに

現在、発展途上国では、下水のほとんどが無処理で垂れ流し状況にあり、適切な下水処理システムを整備することが緊急課題となっている。発展途上国向けの下水処理システムには次のことが求められる。①低コスト②維持管理が容易なこと③コンパクト性があげられる。上記を満たすシステムとして、UASB（上昇流嫌気性スラッジブランケット）法が有利であるといえる。この処理法は、廃水処理におけるエネルギー消費量、汚泥生成量を大幅に低減でき、かつメタンとして排水からエネルギーを回収できるなどの利点をもつ。しかし、UASB法を単独で下水処理に用いた場合、有機物の30～40%が残存し、またアンモニアの除去が行われないという欠点も持つ。

そこで、UASB法の適切な後段階処理システムを付加することにより、さらにその処理水質を向上することが求められる。本研究では数年来、途上国に適用可能な下水処理システムとして、UASBと懸垂型スポンジリアクターを組み合わせたシステムを提案してきた。懸垂型スポンジカーテンリアクター（DHS-G2）では、実下水を用いた5年間の連続運転から、平均全BOD除去率で95%以上の安定した処理性能を示した。そこで本研究では、新たに開発したDHS-G2の改良型のスポンジ担体散水ろ床リアクター(DHS-G3)を用いて、UASBとDHS-G3リアクターを組み合わせたパイロットスケールプラントを都市下水処理場に設置し、実下水を用いた連続処理運転を行いその処理性能を調べた。

2. 実験装置と実験条件

本実験装置は、長岡中央浄化センターの分流沈砂室に設置し、供給下水は、スクリーン通過後の実下水を用いた。

前段階処理UASBリアクターは、内径0.2m、塔長4mのカラムにGSSを上部に備えた構造である。容量は、カラム部分が120L・GSS部分が35L、合計155Lである。

後段階処理DHS-G3リアクターは、内径0.24m、塔長3.51mとし、このカラム内にスポンジ担体をランダムに充填させた。使用した担体は、円柱状スポンジ（材質：ポリウレタン、直径27mm、高さ27mm）を、ネットリング（材質：ポリプロピレン）に埋め込んだ形状をしている。その時のスポンジ担体充填率は、38%、全スポンジ容積は51.6L、全スポンジ表面積は13.195m²とした。Fig.1にこのリアクターの概要を示した。

両プロセスともに温暖な途上国を想定し、カラムをウォータージャケットによって覆い、リアクター内の温度を25℃に制御した。

スタートアップ時には、UASBリアクターには、植種として下水中温消化汚泥を充填した。G3リアクターは、植種を一切使わなかった

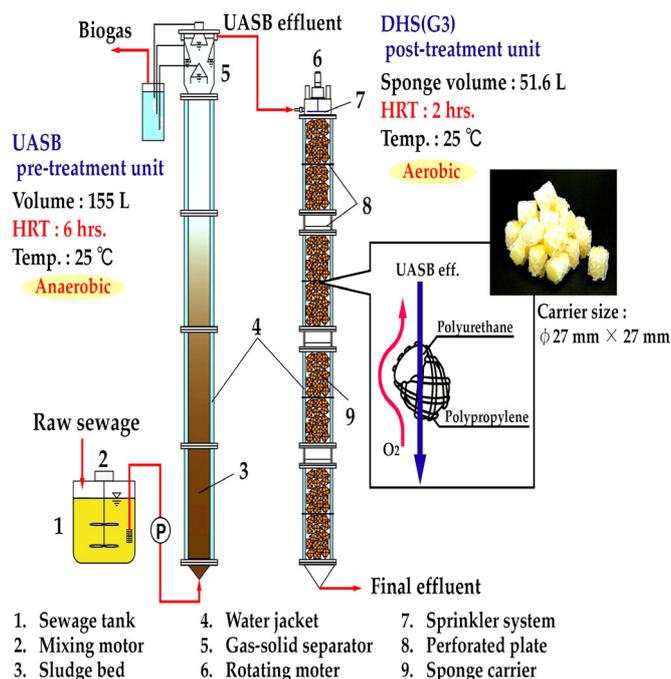


Fig.1 Schematic representation of the UASB+DHS-G3 reactor

3. 実験結果

・有機物除去

Fig. 3 および Fig.4 に流入下水、前段階処理UASB処理水と後段階処理DHS-G3処理水の、全CODと全BOD濃度の経日変化をそれぞれ示す。全COD平均濃度は、下水では約480mg/L程度だったものが、UASB処理水では、160mg/L程度となり、DHS-G3処理水では30mg/L程度の良好な処理水質が得られた。したがって除去率は前段階処理UASBリアクターでは65%程度であったものが、DHS-G3リアクターを含む全システムでは90%以上を達成し卓越した処理性能を発揮した。

Keyword: 発展途上国、UASB、DHS、下水処理、適正技術

940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学 水圏土壌環境制御研究室 Tel 0258-47-1611(-6646)

BOD については、全 BOD 平均濃度は、下水では約 180mg/L 程度だったものが、UASB 処理水では、70mg/L 程度となり、DHS-G3 処理水では 5mg/L 程度 of 良好な処理水質が得られた。除去率は前段階処理 UASB リアクターでは 65%程度であったものが、DHS-G3 リアクターを含む全システムでは 95%以上を示した。

・SS 除去

Fig.5 に流入下水と UASB 処理水に対しての SS 濃度の経日変化を示す。SS 平均濃度は、下水では約 210mg/L 程度だったものが、UASB 処理水では、35mg/L 程度となり、DHS-G3 処理水では 15mg/L 程度 of 良好な処理水質が得られた。除去率は前段階処理 UASB リアクターでは 80%程度であったものが、DHS-G3 リアクターを含む全システムでは 90%以上を示した。

・DHS-G3 リアクターのプロファイル測定(221 日目)

有機物は、DHS-G3 リアクターの上部で高い除去が行われている。反対に窒素の除去が、DHS-G3 リアクターの下部で行われているのがわかる。これは生物によって分解されやすい有機物は、DHS-G3 の上部で浄化され、それ以降の流下方向で硝化反応が進行することを示している。これは、有機物酸化細菌と硝化細菌が酸素を獲得する際に競合し、有機物濃度が高いリアクター上部では、有機物酸化細菌がより有利に働き、有機物除去が行われ、有機物濃度が低くなった後に、リアクター下部で硝化反応が進行することを示している。アンモニア性窒素の除去は、最終処理水で 70%程度除去され、亜硝酸性窒素や硝酸性窒素となって存在している。

溶存酸素は、流下方向 0.8 m から 3mg/L 以上を示し最終処理水では 4.5mg/L 程度獲得しており、人為的なエアレーション無しで優れた酸素取り込み機能を有した。

□Table.1 に、本システム HRT8 時間 (UASB:6 時間、DHS-G3:2 時間) での連続運転結果を示した。この結果は、多くの途上国の排出基準を満たす。

3. まとめ

今回の実験では前段の UASB の運転が不安定だったために、このシステムの処理性能を十分に生かしきれていないため、さらに長期間の運転により、本システムの処理性能を把握する必要がある。本システムは、高い有機物除去能と硝化能を持ち、低コストで維持管理が容易であるため、途上国への適応が可能であるとの見解を得ることができた。

本プロセスは、途上国向けの簡易型下水処理技術として大きく期待される。

謝辞

本研究は、一部 (財) 交流協会の平成 13 年度共同研究事業による補助を受けた。ここに、あつく謝意を表します。

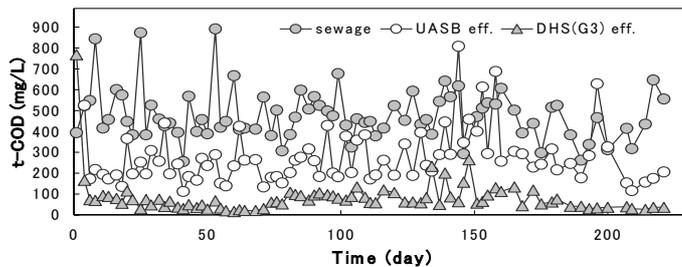


Fig.2 Time course of total COD

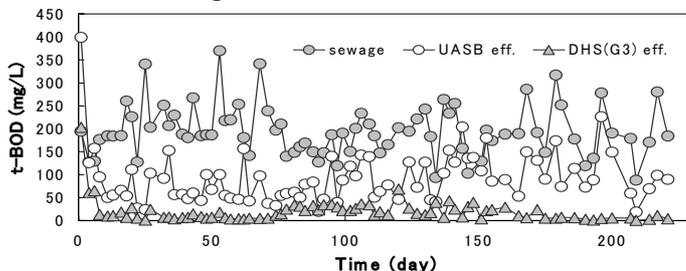


Fig.3 Time course of total BOD

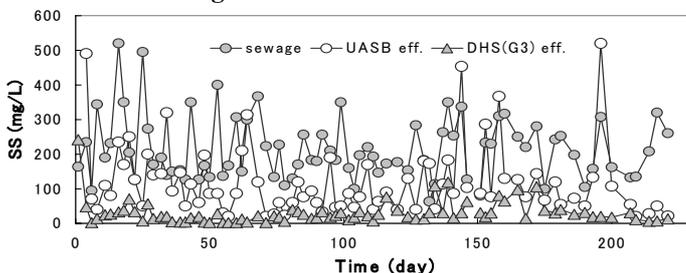


Fig.4 Time course of SS

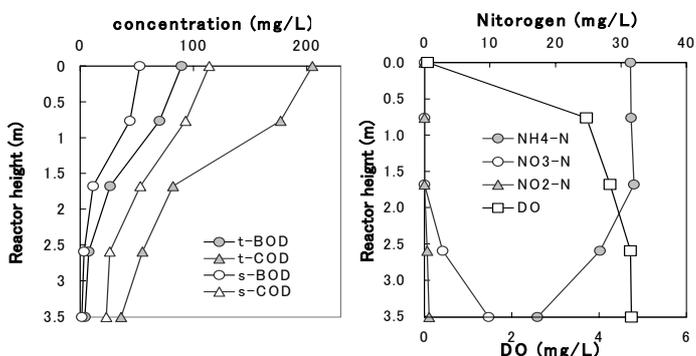


Fig.5 Profile of water quality index along DHS-G3 reactor (day221)

Parameter	Raw sewage	UASB (6-hr HRT)	DHS-G3 (2-hr HRT)	Hole system Removal(%)
Total-COD (mg/L)	473 (128)	161 (33)	33 (5)	93
Soluble-COD (mg/L)	153 (70)	83 (38)	23 (7)	85
Total-BOD (mg/L)	180 (68)	67 (31)	5 (4)	97
Soluble-BOD (mg/L)	57 (14)	28 (19)	3 (3)	95
Total-N (mg.N.L-1)	53 (12)	47 (10)	34 (4)	36
Total-Kjeldahl (mg/L)	53 (12)	47 (10)	17 (7)	68
Soluble-Kjeldahl (mg/L)	37 (7)	44 (10)	15 (8)	59
NH4-N (mg/L)	21 (5)	26 (5)	8 (7)	69
NO2-N (mg/L)	N.D.	N.D.	2.5 (2)	—
NO3-N (mg/L)	N.D.	N.D.	14 (5)	—
SS (mg/L)	211 (81)	35 (16)	14 (10)	93
VSS (mg/L)	183 (74)	29 (13)	10 (5)	95

(): standard deviation N.D. = not detectable

Table.1 Summary of process performances of UASB unit, of DHS(G3) post-treatment unit.