

新型スポンジ担体を適用した第六世代型 DHS における下水処理性能

長岡技術科学大学（学）○小野寺崇，スギヤナ ドニー（正）山口隆司
木更津高専（正）上村繁樹 三機工業（正）長野晃弘
広島大学（正）大橋晶良 東北大学（正）タンドカール マダン，原田秀樹

1. はじめに

Down-flow Hanging Sponge (DHS)は、スポンジを汚泥の保持担体として用いた排水処理システムであり、下水を処理する UASB の後段処理への適用が進められている。第三世代型 DHS(DHS-G3)では、スポンジ担体をランダムに充填する方式とし、スケールアップが容易に行なえるという特長を有する。しかしながら、スポンジ担体の流下水が短絡し、汚泥との接触時間が短い傾向が確認された。そこで、ランダム充填の特長を損なわずに、より優れた処理性能を得るため、短絡流の抑制を主要なコンセプトとした、新たなスポンジ担体を開発した。本研究では、UASB+DHS-G6 システムの連続運転性能に加え、新型スポンジ担体の特性評価、また、硝化能の向上のための運転条件を検討した。

2. 実験方法

図-1 に UASB+DHS-G6 システムの概要図を示した。DHS は、内径 0.24m、塔長 0.765m のカラムを 4 段で重ね、カラム連結部（高さ：0.15m）には開閉可能な通気口を設けた。カラム内部に新型スポンジ担体がランダムに充填されており、スポンジ容量は 46L、カラムの容量に対する充填率は 33.8%とした。本担体は硬化したスポンジを用いることで、スポンジの形状保護材が不要となる。スポンジ形状は、直径 42mm、長さ 30mm の円柱状で、内部に直径 22mm の穴を設けた。運転条件を表-1 に示す。Run1 ではカラムに設けられた通気口は閉めた。なお、Run2 では通気口を全て開放、Run3 では上部のみを開放した。Run3 終了後、Run1~3 を再現し、比較実験を行なった (Run1'~3')。HRT は UASB が 6.8h、DHS は 2h とした。温度制御や送風は行っていない。なお、本リアクターの実 HRT はインパルス応答法によるトレーサー試験、リアクター内部の酸素分圧は GC (SHIMADZU GC-8A)で測定した。

3. 実験結果と考察

3-1. 連続運転性能

図-2 に各処理水の経日変化を示す。Run1 では運転開始直後から優れた有機物除去能が発揮され、良好な BOD 処理水質を得た。Run2 では、通気口の開放により DHS 処理水の DO が向上し、TKN 除去率 (UASB+DHS)は平均 91 (±7)%となり、平均 4 (SD±3)mg/L の卓越した処理水質を得た。Run3 では流入水温度が 9℃まで低下したものの、DHS 処理水の TKN は低濃度を維持していた。このとき、DO が高く保たれていたのは温度低下の影響であると考えられる。

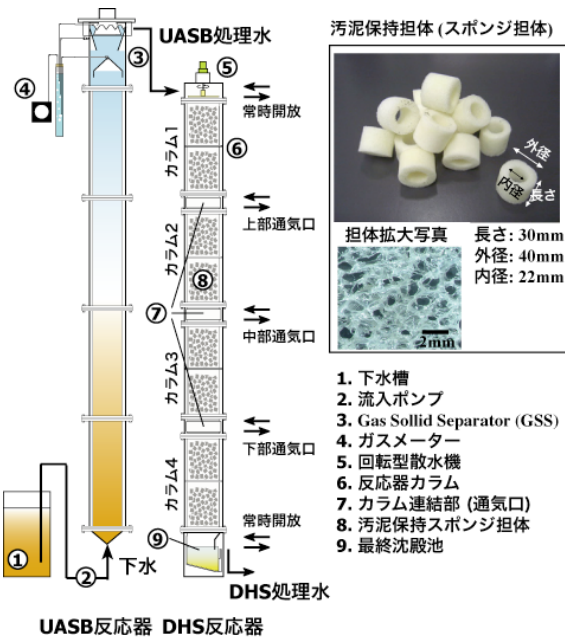


図-1. UASB+DHS-G6 システムの概要図

表-1. DHS-G6の運転条件

	期間 (日)	水温 (°C)	通気口		
			上部	中部	下部
Run1	0~90	17.0 ~ 26.3	閉		
Run2	91~180	21.6 ~ 27.1	開		
Run3	181~280	9.5 ~ 21.6	開	閉	
比較実験 (Run1'~3')	280~313	9.8 ~ 11.9	開 / 閉		
継続運転 (Run2)	313~		開		

キーワード 下水処理, 低コスト, UASB, DHS,

連絡先 〒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: 0258-47-9653 HP: <http://ecolab.nagaokaut.ac.jp/> E-mail: onotaka@stn.nagaokaut.ac.jp

3-2. 新型スポンジ特性

DHS-G6 における 334 日後の新型スポンジ担体の平均汚泥濃度は 29.1gSS/L および 18.1gVSS/L であり, DHS の基軸方向ではほぼ均一な濃度であった. この結果は DHS-G3 の汚泥濃度 20~25gVSS/L と比較すると低いが, これは通常のスポンジの空隙率が 90% に対し, 本担体は 70% であることが要因と考えられる. また, 本スポンジ担体がクリーンであるときの実測 HRT は約 39 分, 汚泥保持後では約 67 分となり, DHS-G3 の約 29 分 (汚泥保持後) よりも長い滞留時間を確保していた. 一方, 本担体は内部に穴を設けることで, 空気の取り込み能力の向上を図ったが, DHS-G6 (Run1) では DO は 5mg/L 程度であり, DHS-G3 との顕著な差が見られなかった.

3-3. 酸素分圧が処理性能に及ぼす影響評価

図-3 に比較実験 (Run1'~3') における反応器内の気相部における酸素分圧および流下水の DO を示す. DHS-G6 では通気口の開閉により, リアクター内部の酸素分圧が大きく変化する傾向があった. そして, 酸素分圧を高く保つことで, DHS 内部の流下水や流出水の DO が高く保たれることが確認された. 表-2 に比較実験の結果を示す. 連続運転期間 (Run1~Run3) と同様に, Run2' は, Run1' および Run3' と比較すると, DO が高く保たれ, その結果, 特に TKN 除去率が卓越する傾向が見られた.

4. まとめ

(1) 本システム (UASB+DHS-G6) は, 平均 25.3℃ の運転条件下において, 優れた有機物除去性に加え卓越した TKN 除去性能を達成した (TKN 除去率: 平均 95%, DHS 処理水質: 平均 4mg/L).

(2) 新型スポンジ担体の適用により, 保持汚泥濃度は 18.1gVSS/L と若干低い傾向を示し, また酸素供給能の向上は確認されなかったものの, 流下水の短絡流発生を抑制することで, 滞留時間を長く確保できた.

(3) DHS-G6 における硝化反応には, 流下水の DO が顕著に影響し, さらに, 流下水の DO は反応器内の酸素分圧に強く影響されていることが判明した.

謝辞: 本研究の場を提供して頂いた長岡市中央浄化センターの関係各位に深く感謝致します.

参考文献: 高橋優信ら: 発展途上国に適用可能なエネルギー最小消費型の下水処理プロセスの開発 -スポンジ担体散水ろ床 (DHS-G3) リアクターの処理特性-, 環境工学研究論文集, 41, pp. 175-186, 2004

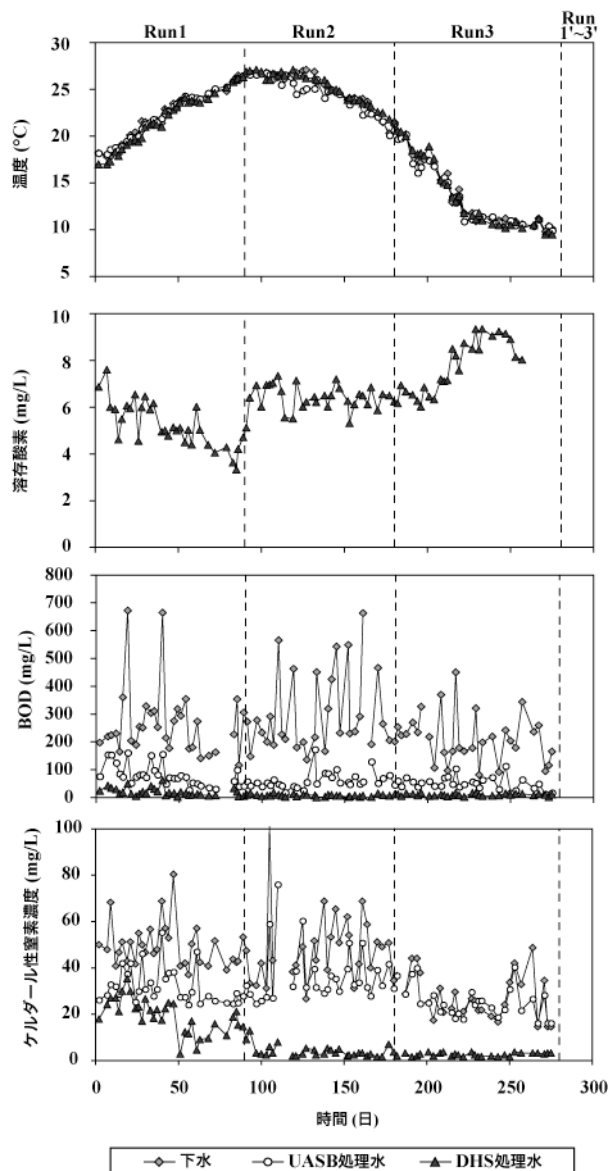


図-2 連続運転 (Run1~3) 結果

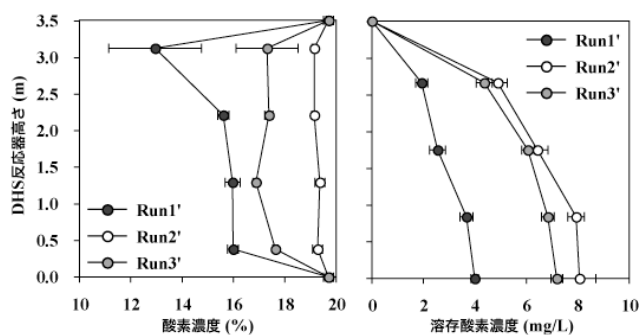


図-3 DHS 内の酸素分圧および流下水の DO

表-2. 比較実験 (Run1'~3') 結果

DHS処理水 (mg/L)	Run1'	Run2'	Run3'
COD	60 (7)	43 (6)	59 (16)
BOD	16 (8)	9.4 (2)	11 (6)
ケルダール性窒素	21.5 (7)	3.8 (1)	14.0 (4)
DHS除去率 (%)			
COD	67.6	70.6	64.5
BOD	78.1	87.5	78.1
ケルダール性窒素	32.9	87.2	44.9