

都市下水処理を目的とした DHS リアクターの基軸方向での処理特性の評価

香川高等専門学校 学生会員 ○長町晃宏 賛助会員 景政柊蘭 正会員 多川 正
 新潟薬科大・応用生命 正会員 井口晃徳 長岡高専 正会員 押木 守 正会員 荒木信夫
 木更津高専 正会員 大久保努 正会員 上村繁樹 東北大院・工 正会員 久保田健吾
 (株)日水コン 高橋優信 東北大・NICHe 正会員 原田秀樹

1. はじめに

DHS(下降流懸垂型スポンジリアクター)は、リアクター上部に散水された排水が流下する際にスポンジによって捕捉された生物膜と接触することで浄化する低コスト・省エネルギー型システムであり、これまで国内外にて UASB, 簡易沈殿処理を前段に設置することで下・廃水処理に適応されてきた。

我々はこれまで一次沈殿+DHS システムを考案し、都市下水処理を目的として長期連続通水実験を行うことで BOD 除去率:94%, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 除去率:76%, T.coli 対数除去率:2.61log (DHS の HRT:3.2 時間)となり、同性状の排水を処理している標準活性汚泥法とほぼ同等の処理性能が得られていることが既に報告されている¹⁾。しかしながら DHS リアクター内の除去メカニズムはまだ解明されていないことが多い。

そこで本研究では DHS リアクター内の処理過程の解明を目的として、リアクターの基軸方向の水質プロファイル試験を行い、有機物除去、硝化特性、衛生指標微生物除去特性について処理性能評価を行った。

2. 実験方法

図-1 に一次沈殿+DHS システムの概要図を示す。また表-1 に運転条件を示す。実験装置は既設の最初沈澱池と DHS リアクター (R 0.8m × H 5.25m, 有効容積 2.4m³) で構成し、DHS の HRT を 0.8-3.2 時間と段階的に変更し、実験を行った。

基軸方向での処理挙動の確認を目的としたプロファイル試験では、各運転条件において5段階の DHS リアクターの各 Box より採水を行った。分析項目は、DO, SS, BOD, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$, T.coli とした。

またプロファイル試験実施時に各 Box よりスポンジサンプルを引き抜き、保持汚泥量を計測した。ここで汚泥の搾り出しは、スポンジを精製水にて圧搾した後、測定を行った。

3. 実験結果及び考察

図-2 に水質プロファイル試験結果を示す。各運転

条件におけるプロファイル試験は 192, 273, 287, 342, 555 日目 (Phase 3), 610, 767 日目 (Phase 4), 854, 955 日目 (Phase 5), 1050, 1117, 1256, 1281, 1288 日目 (Phase 6) に実施し、各運転条件の算術平均値を示したものである。ただし T.coli は幾何平均とした。

a) 水質プロファイル試験

有機物除去においては、Box 1-3 で主に除去されており BOD, SS それぞれの Box 3 通過後の除去率は、67%, 68% (Phase 3), 76%, 67% (Phase 4), 87%, 53% (Phase 5), 64%, 60% (Phase 6) であった。

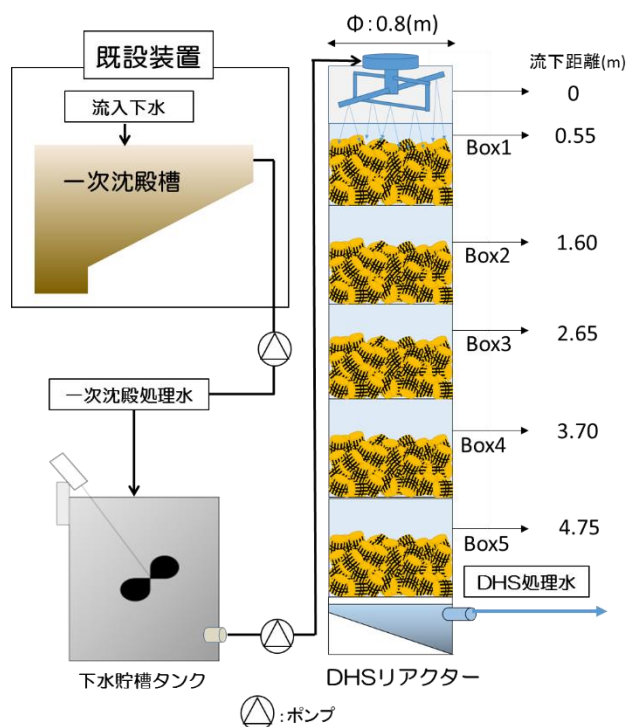


図-1 一次沈殿+DHS システム概要図

表-1 連続通水実験条件

運転期間 (日目)	下水処理量 (m ³ /d)	HRT (時間)	サンプル 数	BOD容積負荷 (kg BOD/m ³ /d)
Phase 1 ~ 56	5	3.2	14	0.79±0.39
Phase 2 56 ~ 130	10	1.6	19	1.38±0.20
Phase 3 130 ~ 556	20	0.8	137	3.22±1.32
Phase 4 556 ~ 787	10	1.6	32	1.03±0.65
Phase 5 787 ~ 1001	5	3.2	39	0.65±0.25
Phase 6 1001 ~ 1411	6.67	2.4	57	0.88±0.34

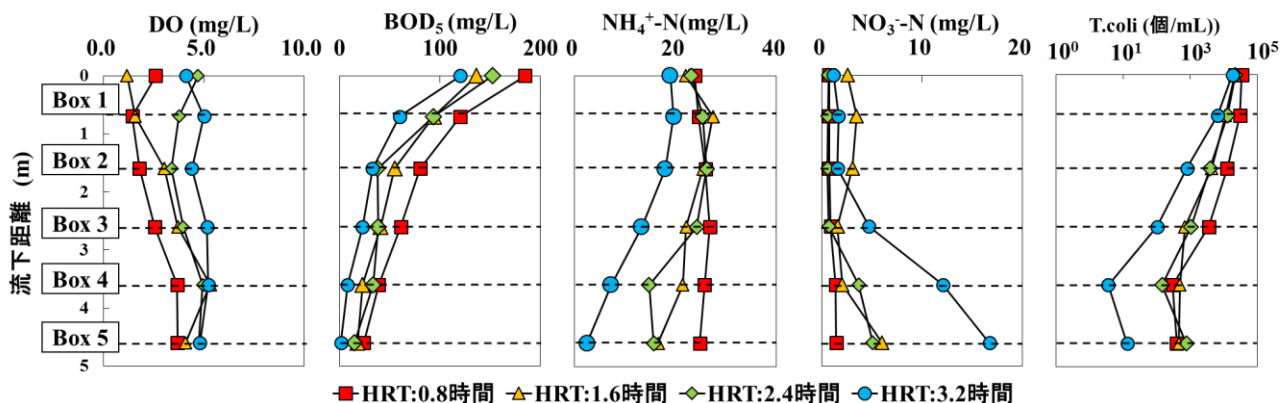


図-2 水質プロファイル試験結果

硝化反応としてのアンモニア酸化は、Phase 3, 6 では Box 3 以降で進行し、Phase 4, 5 では Box 1 以降で硝化が進行した。ここで Box 5 通水後の処理水は簡易沈殿槽による沈殿処理を行っているため、Box 5 での NH₄⁺-N 除去率を除くと Box 1-4 での NH₄⁺-N 除去率は Phase 3, 5, 6 では Box 4 で最大となり(4% [Phase 3], 45% [Phase 5], 39%[Phase 6]), Phase 4 では Box 3 で最大 (13%) となっている。

上記のように HRT 延長によって各水質項目の除去率向上がみられ、また有機物除去の進行が全条件でリアクター上部にて起こっていることより、硝化を行う硝化細菌は従属栄養細菌より世代時間が長く増殖速度が遅いため、有機物負荷の低いリアクター下部において優占し、硝化反応が進行したことが示された。

また衛生指標微生物としての T.coli 除去特性においても流下の進行により除去が進行しており、HRT の変更による負荷変動に T.coli 除去も依存していることが考えられた。Phase 3-6 における各 Box の対数除去率は Phase 3, 5, 6 では Box 4 で最大となり、Phase 4 では Box 3 で最大となりリアクター下部で除去が進行する傾向がみられた。

b) 汚泥保持特性

図-3 に全処理条件における DHS リアクター各 Box の平均保持汚泥量を示す。各条件の採取は、273, 342, 479, 555 日目(Phase 3), 610 日目(Phase 4), 854, 955 日目(Phase 5), 1117, 1449 日目(Phase 6)に実施した。スポンジ担体体積当たりの SS は 34.4g-SS/L-sponge, VSS は 24.5g-VSS/L-sponge であった。ここで VSS/SS は 0.7 でほぼ推移した。そして比較的上部で SS が多く流下によって SS, VSS が減少傾向にあり、これは初沈からの SS 成分が流入したこと及び流下によって有機物負荷が減少したためと考えられた。

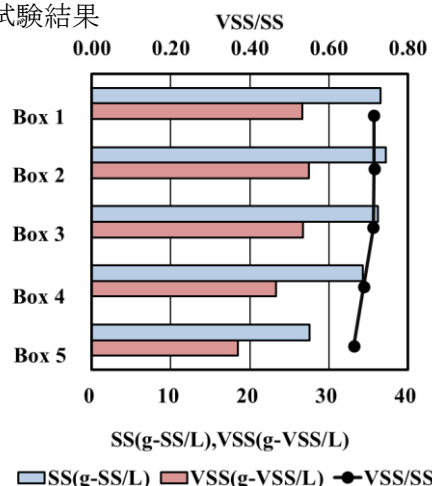


図-3 DHS リアクター各 BOX の保持汚泥量

また標準活性汚泥法での MLSS が 1.5-2.0g-MLSS/L であったため DHS システムは優れた汚泥保持性能を有しており、これにより短い処理時間で良好な有機物除去が行われていると考えられた。

4. まとめ

都市下水処理を目的とした一次沈殿+DHS システムの処理メカニズム解明を目的に水質プロファイルを行った結果、DHS 上部で有機物除去が進行し、下部で硝化と T.coli 除去が進行しており、HRT の変更が処理効率に関係していることが示された。

また、DHS 内の保持汚泥量を測定することで活性汚泥法と比較し卓越した汚泥量を保持していることが示され、既存処理と比較し無曝気であるにもかかわらず、高い処理能力があることが示された。

5. 謝辞

本研究の一部は、先導的科学研究開発費補助金、JST-JICA(地球規模課題対応国際科学技術協力事業)による助成をいただきました。記して謝辞といたします。

6. 参考文献

- 1) 長町晃宏ほか、一次沈殿+DHS リアクターによる衛生指標微生物の処理性能評価、土木学会論文集 G(環境) Vol.72 No.7, III_187-III_195, 2016