

新規な生物膜利用技術 AnDHS (Anaerobic Down-flow Hanging Sponge) リアクターによる 実下水の連続処理

岐阜工業高等専門学校 ○大岩勇太(学) 室田龍一(学) 長野聖司(学) 角野晴彦(正)
長岡技術科学大学 大橋晶良(正) 東北大学 原田秀樹(正)
国立環境研究所 珠坪一晃(正)

1. はじめに

日夜排出される下水の量は膨大であり、これを処理する好気性活性汚泥法の消費エネルギーや余剰汚泥を削減することは、環境問題の改善に貢献できる。この改善策のひとつとして、下水処理へ嫌気性処理を導入することが挙げられる。我々の研究グループでは、下水程度の低濃度有機性排水に適した新規な生物膜利用技術である AnDHS (Anaerobic Down-flow Hanging Sponge) リアクターを開発した¹⁾。AnDHS リアクターはスポンジ担体を用いた嫌気性散水ろ床であり、循環操作や汚泥管理を必要としない簡単な運転方法で、既存の嫌気性処理に匹敵する処理性能を発揮した。

そこで本研究では、AnDHS リアクターの適用排水種を拡大するために、校内実下水の連続処理により実用性を評価する。また、既存法である UASB リアクターを並列運転し、その処理特性の違いを明らかにしていく。

2. 実験装置

図 1 に、AnDHS リアクターの実験装置の概略を示す。ろ材には、円柱状(直径 3 cm、高さ 3 cm)のネットリング(材質: ポリプロピレン)にスポンジを詰めたものを用いた。これを一辺 13 cm の正方形断面からなるカラム(全高 160 cm、ろ材充填高さ 140 cm)中に 4 層に分けて充填し、スポンジの間隙体積を 8.0 L とした。ろ材の充填率は、充填高さと断面積から求めた体積当たりになると、42 %となる。なお、カラム、散水装置および採水口を含めたリアクターの全体積は 27.4 L である。排水は上部の散水装置より、まんべんなく滴下され、流下中にスポンジに付着した嫌気性微生物によって処理される機構である。

並列運転する UASB リアクターは、水容積 6.0 L (直径 8 cm、高さ 105 cm) のカラムに水容積 2.0 L (気相部 1.9 L) の GSS (Gas-Solid Separator) を備え、全水容積 8.0 L とした。GSS では、羽状のスカムブレーカーを常時作動させた。カラムでは、羽状のスカムブレーカーを汚泥の状態を観察して、適時作動させた。

供給する排水は、本校の合併浄化槽調整槽(沈砂後)の実下水を週 3 回の頻度で採取した。予め、SS によるチューブの詰まりを防ぐため、2.5 mm 孔のスクリーンバケットにより、やや大きい SS 成分を除去した。運転条件として、両リアクターともに、室温 20℃、HRT (水理学的滞留時間) は 10 時間でスタートアップした。

3. 実験結果と考察

3-1. 植 種

植種は、分散処理したグラニュール汚泥と消化汚泥を混合させたものを用いた。AnDHS リアクターへの植種方法は、適宜希釈した種汚泥を流入-流出間で 2 日間循環運転した。UASB リアクターへの植種方法は、種汚泥をカラムへ直接投入し、静置させた状態で汚泥界面がカラム高さの 2/3 となるようにした。AnDHS、UASB リアクターの植種量は、SS 基準で 5.0、15.9 g/L、VSS 基準で 3.2、10.0 g/L となった。

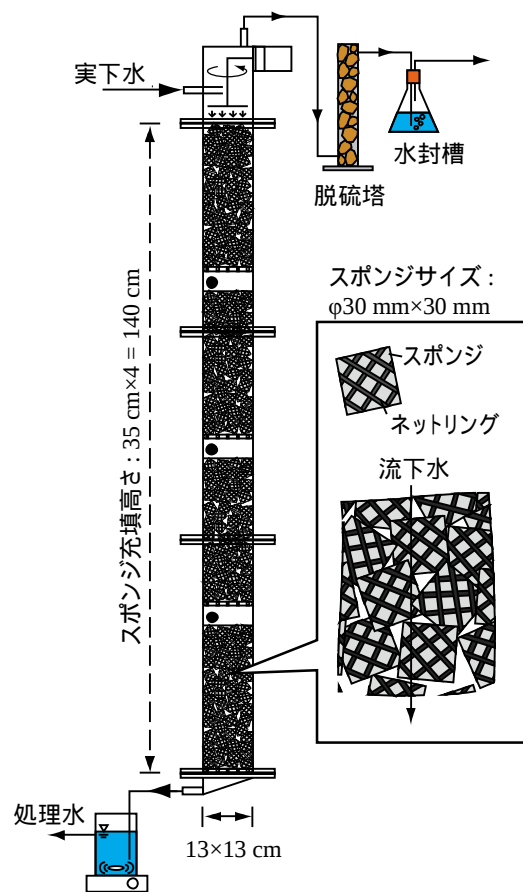


図 1 実験装置の概要

3-2. スタートアップ状況

図2に実下水、AnDHS処理水およびUASB処理水の(a) SS、(b) 全 COD_{Cr}、(c) 溶解性 COD_{Cr} の経日変化を示す。供給した実下水の平均は、SS で 133.6 mg/L、全 COD_{Cr} で 302.1 mg/L、溶解性 COD_{Cr} で 96.0 mg/L であった。実下水中の全 COD_{Cr} の半分以上は、固形性 COD_{Cr} が占めていた。

実下水中の SS は両リアクターを通過することで、処理水にて 50 mg/L 以下と大幅に減少している。UASB リアクターではスラッジベッドが、AnDHS リアクターではスポンジが、ろ過作用を発揮し SS を捕捉していると考えられる。

全 COD_{Cr} の処理水の推移は、SS 除去の推移に伴っていた。全 COD 除去率は、50～70 %であった。現在のところ、リアクター中に捕捉された固形性 COD_{Cr} のうち、どれだけが可溶化されているかは定かにできない。今後、より長期運転によってこの点を明らかにする必要がある。

溶解性 COD_{Cr} は、運転 20 日目から実下水と両リアクター処理水で除去が認められるようになった。これは、生物処理が進行し始めたことを示している。40 日間の運転では、両リアクターに顕著な生物処理の差は認められない。

生成ガス量は少ないため、正確に回収できていない。しかし運転 40 日目において、AnDHS、UASB リアクターの気相部のメタン分圧はそれぞれ 32、62%を示していることから、嫌気性処理が進行していると考えられる。

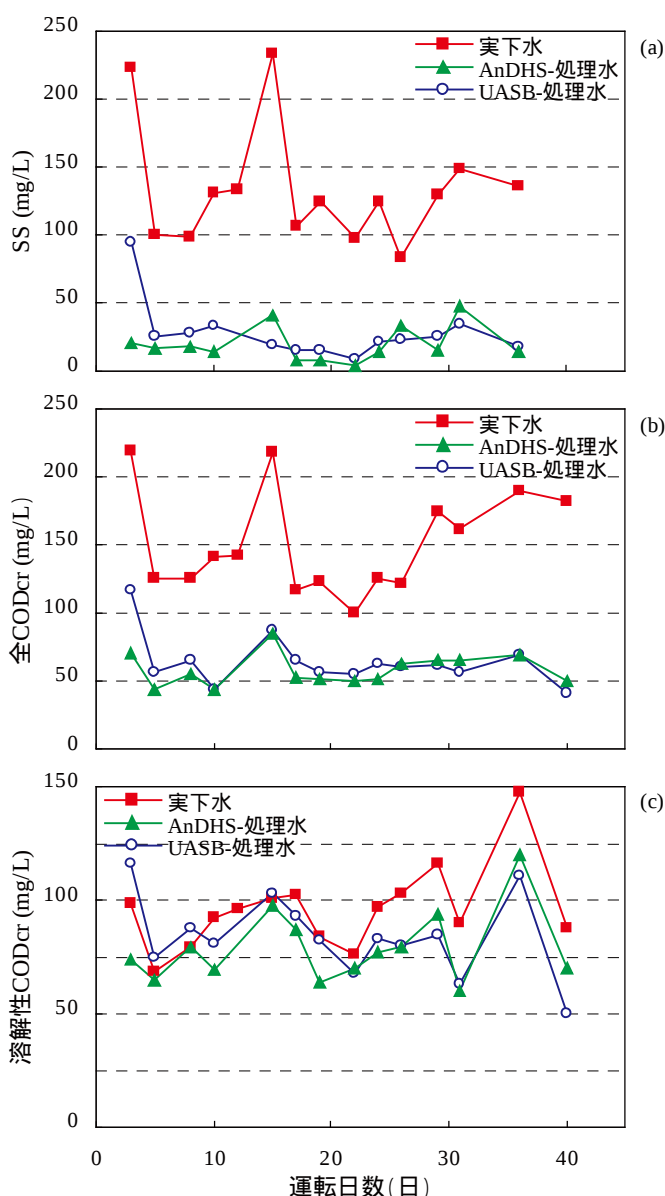


図2 連続処理性能

(a) SS (b) 全 COD_{Cr} (c) 溶解性 COD_{Cr}

4. まとめ

(1) AnDHS、UASB リアクターともに運転開始 40 日間では、実下水で平均 SS 133.6 mg/L であったものが、処理水で 50 mg/L 以下まで除去され、高い SS 捕捉能を発揮した。SS 除去に伴い、全 COD の除去が行われ、50～70 %の除去率であった。

(2) 運転 40 日目以降、溶解性 COD_{Cr} の除去が進行し始めた。なお、運転 40 日目まで、両リアクターの処理性能はほぼ同程度であった。

現時点で AnDHS、UASB リアクターは、汚泥のウォッシュアウト等のトラブルを招くこともなく、順調なスタートアップであった。今後は徐々に HRT を短縮し、さらにデータを収集する予定である。

参考文献

1) 角野ら：嫌気性懸垂型スポンジろ床 (AnDHS リアクター) による低濃度有機性排水のメタン発酵処理、環境工学研究論文集、vol.43、p23-29、2006

謝 辞 本研究は、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)「産業技術研究助成事業助成金」(研究代表者：珠坪一晃、課題番号：03B68004c)、(財)越山科学技術振興財団の助成金を受けて実施しました。記して、関係各位に感謝します。