

UASB-DHS システムによる高専構内から排出される実下水の処理

高知高専専攻科 学 ○ 永岩拓馬, 長岡技科大 竹田悠人, 高知高専 正 山崎慎一
長岡技科大 正 山口隆司, 高橋優信, 長岡高専 正 荒木信夫, 東北大 正 原田秀樹

1. はじめに

現在の下水処理では標準活性汚泥法などの好気性処理法が一般的であるが, 処理施設の省エネルギー化や処理水中の栄養塩の除去は今後の重要な課題とされる. このような課題に対して, 本研究室では高速嫌気処理法である UASB 法と好気性処理法で曝気を必要としない DHS 法を組み合わせた省エネ型嫌気好気法 (UASB-DHS 法) を用いて, 下水中の有機物及び窒素の除去性能に関する研究を行っている¹⁾. 本研究では, この UASB-DHS システムの室内連続実験装置を使用して, 人工下水で従来法である標準活性汚泥法+循環式硝化脱窒法と同等の処理性能が得られるかを確認した後, 原水を高知高専下水処理施設に流入する実下水に変更して人工下水との処理性能の違いを比較検討した.

2. 実験方法

図 1 に UASB-DHS システムの室内実験装置を示す. UASB 槽の有効容量は 50ℓとし, 嫌気性グラニュール汚泥を充填した. DHS 槽には一辺 3.3cm の立方体のスポンジ担体を充填した. スポンジ担体の水容量は 1 槽目 DHS 槽では 7.2ℓ (充填率 57.0%), 2 槽目 DHS 槽では 87.8ℓ (充填率 64.4%) とした. 本システムの窒素除去は, 原水中の有機性窒素 (Org-N) は UASB 槽内でアンモニア性窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$) に分解され, $\text{NH}_4\text{-N}$ は DHS 槽内で硝酸性窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) に硝化される. $\text{NO}_3\text{-N}$ を含む DHS 処理水は UASB 槽に循環され, UASB 槽内で脱窒されて除去される仕組みになっている. 人工下水には, ショ糖, ポリペプトン, 塩化アンモニウムを用いて, COD_{Cr} 濃度 300mg/ℓ, T-N 濃度 30mg/ℓとし, リン源, 硫黄源, 緩衝剤, 微量の無機塩類を添加した. また, 実下水には高知高専下水処理施設へ流入する下水の沈殿処理水を使用した. 表 1 に実験条件を示す. 処理実験は人工下水で 176 日間, 実下水で 60 日間行った. 人工下水の実験では HRT を 66.6h, 循環比を 6 に設定して処理性能を確認した. 運転 64 日目以降は UASB 槽内での脱窒機能の向上を図るため, 2 槽目 DHS 槽への送水量を 676.8ℓ/d から 288ℓ/d に減少させた. 実下水の実験では汚泥馴致を考慮して原水量を 21.6ℓ/d で開始し, その後 36ℓ/d に変更して処理性能の確認を行った.

3. 実験結果及び考察

3.1 人工下水の処理性能

176 日間の連続実験を通して, 処理温度は 15~35℃で良好な条件で運転が行われた. 図 2 に人工下水における COD_{Cr} 及び T-N の除去率の経日変化を示す. COD_{Cr} 濃度は全期間を通して, 原水約 300mg/ℓに対して, 2 槽目 DHS 処理水で 20mg/ℓ以下となり, 除去率は平均 98%以上の水質を得ることができた. T-N 濃度については, 原水が約 40mg/ℓに対して, 運転 63 日目までは 2 槽目 DHS 処理水で 5~15mg/ℓ, 除去率では平均 70%程度であった. しか

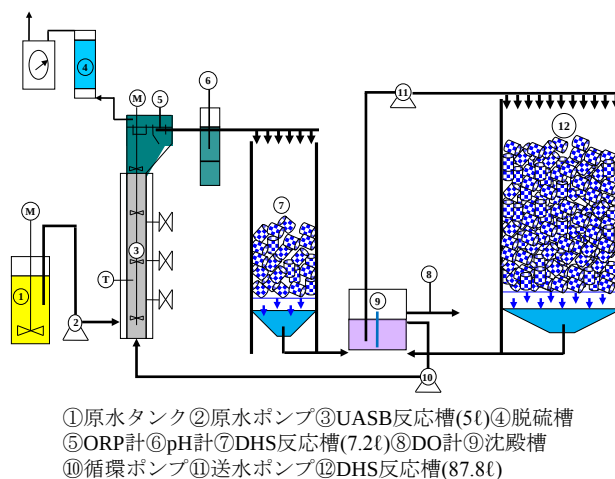


図 1 UASB-DHS システムの実験装置の概要

表 1 実験条件

供試下水	人工下水		実下水
運転期間	2011/5/1~7/2	7/3~10/23	10/24~12/22
日数	63日	113日	60日
原水量 (ℓ/d)	36.0	36.0	21.6→36.0
HRT (h)	66.6	66.6	111→66.6
DHS送水量 (ℓ/d)	676.8	288.0	288.0
循環比	6.0	6.0	10.0→6.0
温度制御	有→無	無	無→有

キーワード：下水処理, 窒素除去, UASB, DHS, 省エネルギー

連絡先 : 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知高専環境都市デザイン工学科 TEL/FAX 088-864-5671

し、2 槽目 DHS 槽への送水量を減少させた 64 日目以降では、最初の約 1 ヶ月は不安定であったが、次第に水質が安定して 2 槽目 DHS 処理水で 10mg/ℓ以下、除去率は平均 75%以上に向上させることができた。この要因として、UASB 槽へ循環する DHS 処理水に含有する DO 量が減少したことで、UASB 槽内の嫌気的環境が安定化して脱窒などの窒素除去機能が高まったためと推察される。以上より、本システムで人工下水を処理した結果、CODcr 及び T-N とともに従来法と同等以上の良好な処理性能を得ることができた。

3.2 実下水の処理性能

原水を高知高専下水処理施設に流入する実下水に変更し、反応槽をヒーターで加温して処理温度 17～27℃で運転を行った。図 3 に実下水における CODcr 濃度の経日変化を示す。原水の濃度は採取日によって変動したが、平均で約 300mg/ℓであった。処理水は UASB 槽、1 槽目 DHS 槽、2 槽目 DHS 槽ともに 50mg/ℓ以下となり、2 槽目 DHS 処理水では平均 13.0mg/ℓ (CODcr 除去率は平均 95%以上) の安定した良好な水質を得ることができた。

図 4 に実下水における T-N 濃度の経日変化を示す。全期間を通して原水は 33～59mg/ℓ、平均で 50.7mg/ℓに対して、2 槽目 DHS 処理水は平均 29.0mg/ℓ程度、T-N 除去率は平均 43.9%の値を得た。表 2 に処理水の窒素成分の分析結果を示す。表中の数値は 60 日間の平均値を、() 内は最大値と最小値を示している。T-N 除去率が低い原因として、NH₄-N は UASB 処理水で平均 5.5mg/ℓから 2 槽目 DHS 処理水で平均 1.5mg/ℓに減少し、DHS 槽では良好に硝化されて性能に問題はないといえる。しかし、UASB 槽では処理水中に Org-N が平均 19.1mg/ℓも残存し、Org-N の分解機能が低いと考えられる。また、NO₃-N も平均 4.3mg/ℓ残存し、脱窒機能も低下していると判断される。以上より、原水が実下水では窒素の処理性能は低下したが、今後は処理温度上昇に対する処理性能の変化や原水中の SS 成分の影響などを確認していく予定である。

4. まとめ

人工下水の処理では、平均で CODcr 除去率は 98%以上、T-N 除去率は 75%以上を達成し良好な処理水質が得られた。実下水の処理では、平均で CODcr 除去率は 95%以上を達成したが、T-N 除去率は 43.9%であった。

参考文献

- 1) 宮地賢一ら，土木学会年次学術講演会講演概要集，Vol.66th，Disk 2，7- 047，2011.9

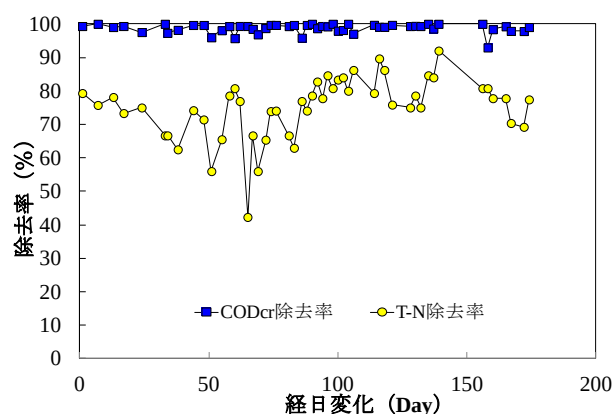


図 2 人工下水における CODcr と T-N 除去率の変化

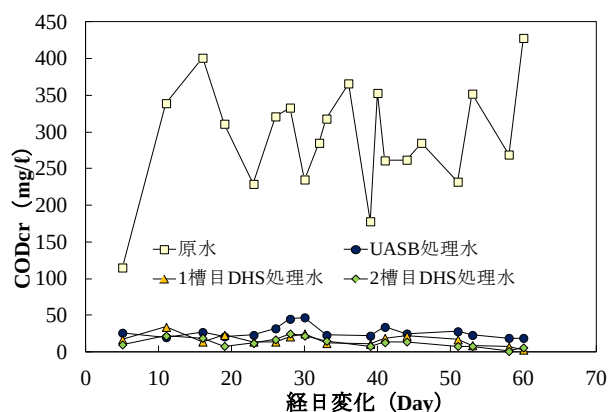


図 3 実下水における CODcr 濃度の変化

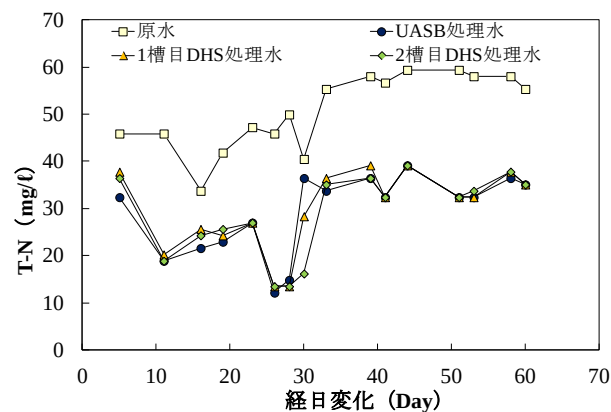


図 4 実下水における T-N 濃度の経日変化

表 2 UASB 及び DHS 処理水の各種窒素濃度

	UASB処理水	1槽目DHS処理水	2槽目DHS処理水
T-N(mg/ℓ)	29.0 (12.2~39.2)	29.7 (13.5~39.2)	28.6 (13.5~39.2)
Org-N(mg/ℓ)	19.1 (6.2~26.5)	23.4 (11.0~30.8)	23.5 (10.7~30.3)
NH ₄ -N(mg/ℓ)	5.5 (3.0~7.7)	1.9 (0.8~3.7)	1.5 (0.8~3.4)
NO ₂ -N(mg/ℓ)	0.3 (0~0.8)	0	0
NO ₃ -N(mg/ℓ)	4.3 (0.6~7.6)	5.5 (1.7~9.3)	5.4 (2.0~8.6)