

高速嫌気 (UASB)・好気法における窒素除去性能に関する研究

長岡技術科学大学 学生員 ○濱口威真, 高知高専 正会員 山崎慎一
 長岡技術科学大学 正会員 山口隆司, 東北大学 正会員 原田秀樹

1. はじめに

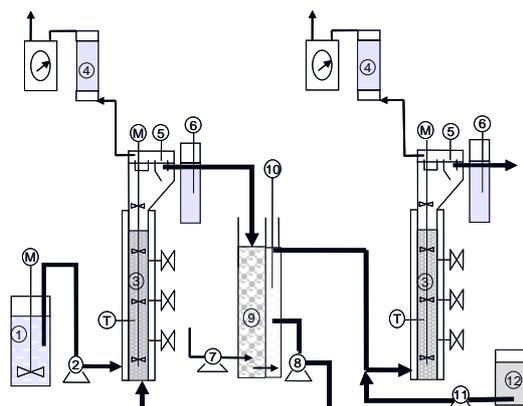
近年, 閉鎖性水域では, 栄養塩の流入による富栄養化が生じ, それに伴う水質障害が問題とされている. 栄養塩の処理可能な高度処理法は, 水域における環境基準達成のために普及が求められているが, 維持管理にコストが必要なことや長い処理時間を要することから普及率は非常に低い. 本研究では, 従来の生物学的循環式硝化脱窒法の無酸素槽に UASB (上昇流嫌気性汚泥床) 法を適用した省エネ型高速嫌気・好気法を構築し, 処理時間の短縮化, 窒素除去性能のさらなる向上およびエネルギーの省力化を目指した新規な処理システムの開発を目的としている. 本稿では, 高速嫌気 (UASB)・好気 (接触酸化) 法における処理性能の確認と, 後段の接触酸化槽を DHS (下降流懸垂型スポンジ) 槽に取り替えた場合の窒素除去性能の違いについて検討を行った.

2. 実験方法

図 1 に省エネ型高速嫌気・好気法の概要を示す. 原水は 1 槽目 UASB 槽, 接触酸化槽, 2 槽目 UASB 槽 (再脱窒槽) の順に送られ, 接触酸化処理水の一部が 1 槽目 UASB 槽に循環される. 本システムにおける窒素除去のメカニズムは, 1 槽目および 2 槽目 UASB 槽内に生息する他栄養性脱窒菌が, 接触酸化槽内で硝化細菌により生成された硝酸を利用し, 硝酸を窒素ガスへと転換し, 窒素の除去が行われる. 原水成分には, 有機炭素源および窒素源としてショ糖 (200 mg/l), ポリペプトン (100 mg/l), 塩化アンモニウム (100 mg/l) を用い, CODcr を 300 mg/l, 全窒素 (T-N) を 30 mg/l に調整した. その他に, 緩衝剤として炭酸水素ナトリウムや微量の無機塩類を添加した.

表 1 に実験条件を示す. 運転期間は全 463 日で, 運転 1~49 日および 280~323 日は汚泥の馴致運転である. RUN 1~RUN 3 では, HRT を 8.3~4.0h まで段階的に減少させ処理性能の確認運転を行った. 槽内温度の低

下が確認された 118 日目以降は, ヒーターによる温度制御を行った. RUN 2 では, 2 槽目 UASB 槽内において水素供与体の不足が見られたため, RUN 2-1 としてメタノールを 30 mg/l で添加し, RUN 2-2 では添加量を 15 mg/l に減少させた運転を行った. RUN 3 では, T-N の流入量が増加するため添加量を 30 mg/l に戻し運転を行った. RUN 4 からは接触酸化槽を DHS 槽に取り替えた性能比較のための運転である. RUN 4 では, 2 槽目 UASB 槽を除き, DHS 槽までの運転を行った. RUN 4-1 では, 好気槽までの HRT を RUN 2 と同条件となるよう 4 時間に設定した. しかし, 硝化反応が不十分であったため, RUN 4-2 としてスポンジ量を 5 l から 5.9 l に増加させた運転を行った.



①原水タンク②原水ポンプ③UASB 反応槽④脱窒槽⑤ORP 計
 ⑥pH 計⑦エアーポンプ⑧循環ポンプ⑨接触酸化槽⑩DO 計
 ⑪注入ポンプ⑫メタノールタンク

図 1 省エネ型高速嫌気・好気法

表 1 運転条件

RUN	1	2		3	4	
		2-1	2-2		4-1	4-2
経日変化 (日)	50~126	161~182	183~209	210~279	324~421	422~463
HRT (h)	8.3	6.0		4.0	4.0	4.4
メタノール添加量 (mg/l)	0	30	15	30		
好気槽	接触酸化法			DHS法		
スポンジ内水容積 (l)				5.0 5.9		

キーワード : UASB, 接触酸化, DHS, 下水処理, 窒素除去

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

3. 実験結果と考察

3.1 高速嫌気・好気法における処理性能

図2に運転環境とCOD_{Cr}および窒素の経日変化を示す。ここでは、HRTを段階的に減少させ処理性能を確認したRUN1~RUN3について考察する。

槽内温度は、20~30℃程度を保持するために気温の低下に伴いヒーターによる温度制御を行ったが、RUN3初期は15℃程度となる日も確認された。ORPは、運転期間を通して-200~-450 mVを推移した。ORPの上昇が確認された期間では、温度制御、メタノールの添加を行うことでORPの安定化を図った。

原水は全運転期間を通して、COD_{Cr} 200~300 mg/l、T-N 30~40 mg/l程度であり、2槽目UASB槽処理水のCOD_{Cr}は10~30 mg/lであった。RUN1のT-Nは2~4 mg/l程度であり、メタノール添加の必要性はなく、平均除去率はCOD_{Cr}で94%、T-Nで91%を達成した。HRT 6.0h以下では、メタノール添加の必要性が見られ、添加量15 mg/lのRUN 2-2のT-Nは2 mg/l前後となった。RUN 2-2における平均除去率は、COD_{Cr}で94%、T-Nで96%と運転期間中最も良好な処理性能を得た。RUN 3では、T-Nが5~20 mg/l前後となった。この原因としては、接触酸化槽へのT-N流入量が、総容量に対して過負荷な運転となったことが考えられる。

3.2 接触酸化法とDHS法の処理性能の比較

RUN 4以降は、好気槽にDHS槽を適用した運転である。RUN 4における槽内温度は、温度制御を行い18~25℃程度、ORPは、-200~-350 mV程度となった。DHS槽処理水のCOD_{Cr}は、RUN 4-1、RUN 4-2ともに10~30 mg/l程度となった。RUN 4-1のT-Nは17 mg/l前後であり、T-Nの多くはNH₄-Nの形態で残存していた。そこで、RUN 4-2では、硝化反応の促進のためスポンジ量を増加させて運転を行ったところ、T-Nは14 mg/l程度となり、処理性能の向上が確認された。しかし、RUN 4-1同様、T-NはNH₄-Nの形態で残存しており、DHS槽内の硝化効率を高めることが除去性能の向上につながると考えられる。

表2にRUN 2-2とRUN 4-2の好気槽までの処理性能を示す。表中のデータは処理性能が安定した期間の平均値である。COD_{Cr}除去率は、RUN 2-2で91.8%、RUN 4-2は93.0%と同程度の処理水質を得た。T-N除去率は、RUN 2-2で78.1%、RUN 4-2で60.9%であ

り、HRT 4h程度の運転で接触酸化法とDHS法を比較した場合、DHS法は接触酸化法と同程度のT-N処理性能を有することは難しいと考えられる。

4. まとめ

本研究において得られた知見を以下に示す。

- 1) 高速嫌気・好気法においてHRTを段階的に減少させて処理性能の確認を行った結果、HRT 6h、メタノールの添加量15 mg/lの運転条件下、COD_{Cr}除去率は平均94%、T-N除去率は平均96%の性能を達成した。
- 2) 接触酸化法とDHS法の処理性能を比較した結果、DHS法は、HRT 4h程度では接触酸化法と同程度のT-N処理性能を有することは難しいことが確認された。

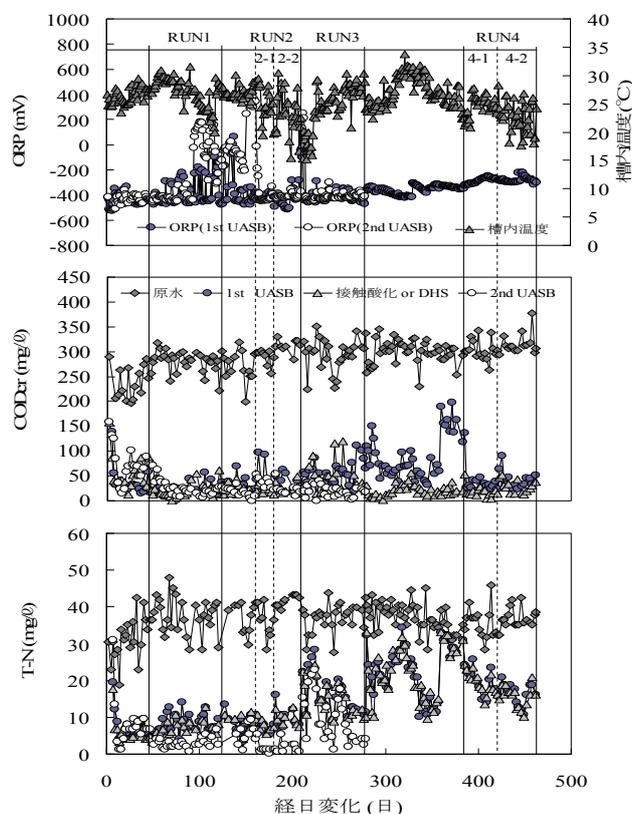


図2 運転環境とCOD_{Cr}および窒素の経日変化

表2 RUN2-2とRUN4-2の好気槽までの処理性能

RUN		2 - 2	4 - 2
HRT(好気槽) (h)		4.0	4.4
槽内温度(°C)	接触酸化 or DHS	22.5	22.8
		2.9	1.8
COD _{Cr} (mg/l)	原水	309.8	322.4
	処理水(好気槽)	25.2	22.7
T-N (mg/l)	原水	42.5	37.0
	処理水(好気槽)	9.3	14.5
除去率 (%)	COD _{Cr}	91.8	93.0
	T-N	78.1	60.9