

嫌気 (UASB)・好気プロセスにおける人工下水の有機物と窒素の除去特性

高知高専専攻科 学生員 ○濱口威真, 高知高専 正会員 山崎慎一
 クリタス (株) 斎藤 一, 兼松エンジニアリング (株) 福留 豊
 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

現在, 多くの閉鎖性水域において富栄養化現象が生じており, その原因の多くは生活排水などに含まれる栄養塩 (窒素, リン) の流入が考えられている. そのため, 栄養塩の処理を目的とした下水処理施設の普及が求められており, 現在, 下水の窒素除去方法としては生物学的手法が多く利用されてきている. そこで本研究は, 従来法である循環式硝化脱窒法の無酸素槽に高速運転が可能とされる UASB 反応槽を適用した嫌気 (UASB) - 好気 - 嫌気 (UASB) プロセスの室内実験装置を使用して¹⁾, 都市下水を対象とした人工下水の有機物と窒素の同時除去機能のさらなる向上を目指して, HRT と窒素除去性能の関係について検討を行った.

2. 実験方法

図 1 に嫌気 (UASB) - 好気 - 嫌気 (UASB) プロセスの概要を示す. 2 槽の UASB 槽および接触酸化槽の有効容量は各々 5ℓ である. 原水は 1 槽目 UASB 槽, 接触酸化槽, 2 槽目 UASB 槽の順に送られ, 接触酸化処理水の一部分が 1 槽目 UASB 槽に循環される. 1 槽目 UASB 槽では, 原水中の有機性窒素を有機性窒素分解菌がアンモニアに変換し, 接触酸化槽で硝化菌が硝酸に変換する. この硝酸は再度 1 槽目 UASB 槽に循環されて脱窒菌が原水中の有機物を利用して窒素ガスに変換する. 接触酸化処理水中に残存した硝酸は 2 槽目 UASB 槽で再度脱窒が行われる.

原水には, 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 (100mg/ℓ) を用い, COD_{Cr} を 300 mg/ℓ, 全窒素 (T-N) を 30 mg/ℓ に調整した. リン源にはリン酸水素カリウム, 硫黄源には硫酸ナトリウムを用い, 全リン (T-P) は 30 mg/ℓ, SO₄-S は 100 mg/ℓ とした. 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. COD_{Cr}, T-N および T-P の分

析には紫外線吸光度分析計 (HACH 製 DR2800), アンモニア, 亜硝酸, 硝酸, 硫酸の分析にはイオンクロマトグラフィー (島津製 LC-VP, Shim-pack IC-A3, IC-C3) を使用した.

表 1 に連続運転の実験条件を示す. 実験は, HRT を 16.7 h から 4 h まで段階的に減少させ, 各々の運転期間を RUN 1~RUN 4 とした. RUN 1 は馴致期間として運転を行った. RUN 2 (HRT 8.3h) においては槽内温度の低下により処理性能の低下が見られたため 118 日目以降からヒーターによる温度調整を行った. RUN 3 (HRT 6h) においては, 2 槽目 UASB 槽で脱窒反応に必要な水素供与体が不足したことが考えられたため, 164 日目以降に 2 槽目 UASB 槽へメタノールを 30 mg/ℓ 添加した (RUN 3-1). 処理の安

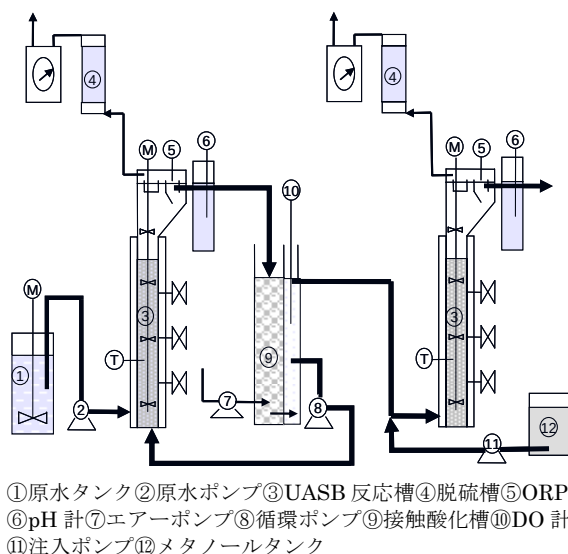


図 1 嫌気(UASB)-好気-嫌気(UASB)プロセスの室内実験装置の概要

表 1 実験条件

実験条件	運転期間 (日)	HRT (h)	循環比	温度制御	メタノール添加 (mg/ℓ)
RUN 1	49	16.7	6.0	無	0
RUN 2	77	8.3	6.0	無→有	0
RUN 3-1	22	6.0	4.3	有	30
RUN 3-2	28	6.0	4.3	有	15
RUN 4	70	4.0	2.4	有	30

キーワード: UASB, 接触酸化, 下水処理, 窒素除去

連絡先: 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知高専建設システム工学科 TEL/FAX 088-864-5671

定が見られた182日目以降は添加量を15 mg/lに下げ運転を行った(RUN 3-2). RUN 4 (HRT 4h) では、メタノール添加量30mg/lで運転を行い、CODcrおよびT-Nの除去性能の検討を行った。

3. 実験結果及び考察

図2に連続運転環境とCODcrおよびT-Nの経日変化を示す。1槽目UASB槽のORPは全期間を通して-400 mV程度と安定している。しかし、2槽目UASB槽のORPはRUN 2の槽内温度の低下に伴って上昇が見られたが、温度調整後は還元域(負側)へ戻っている。RUN 3においては、温度調整を行っていたにも関わらずORPの上昇が見られたが、164日目以降のメタノール添加後はORPは安定化し、RUN 3-1, 3-2ともに-400mV程度を維持できた。RUN 4においても初期に槽内温度の低下が見られるがヒーターをもう一段階強くすることでORPは安定化した。槽内温度においては、RUN 2とRUN 4における一時的な温度低下を除いて、全運転期間を通して20~30℃を維持させた。

原水中のCODcrは都市下水を想定して300 mg/l程度になるように調整した。最終処理水である2槽目UASB処理水のCODcrは、RUN 1で40~100 mg/l, RUN 2で20 mg/l前後(除去率は平均で91%), RUN 3-1で30 mg/l前後, RUN 3-2とRUN 4で20mg/l前後(除去率は平均で94%)であった。

原水のT-Nは30~40 mg/lに調整した。窒素は1槽目UASB槽および2槽目UASB槽に生息する脱窒菌の働きによって除去され、2槽目UASB処理水のT-NはRUN 1で6~10 mg/l, RUN 2で2~4 mg/l(除去率は平均で93%)であった。RUN 3では、メタノールを30 mg/lで添加したRUN 3-1で1 mg/l程度, 15 mg/lで添加したRUN 3-2で2~3 mg/l(除去率は平均で96%)であった。しかし、RUN 4においては若干不安定な水質となり、この原因として、接触酸化槽へのアンモニア性窒素流入量の増加によって、硝化反応が十分に機能していないことが処理性能低下の原因と考えられる。

4. まとめ

本研究において得られた知見を以下に示す。

- 1) メタノール添加を行わない場合、HRT 8 hにおいて、CODcr除去率は平均91%, T-N除去率は平均93%の性能を得ることができた。

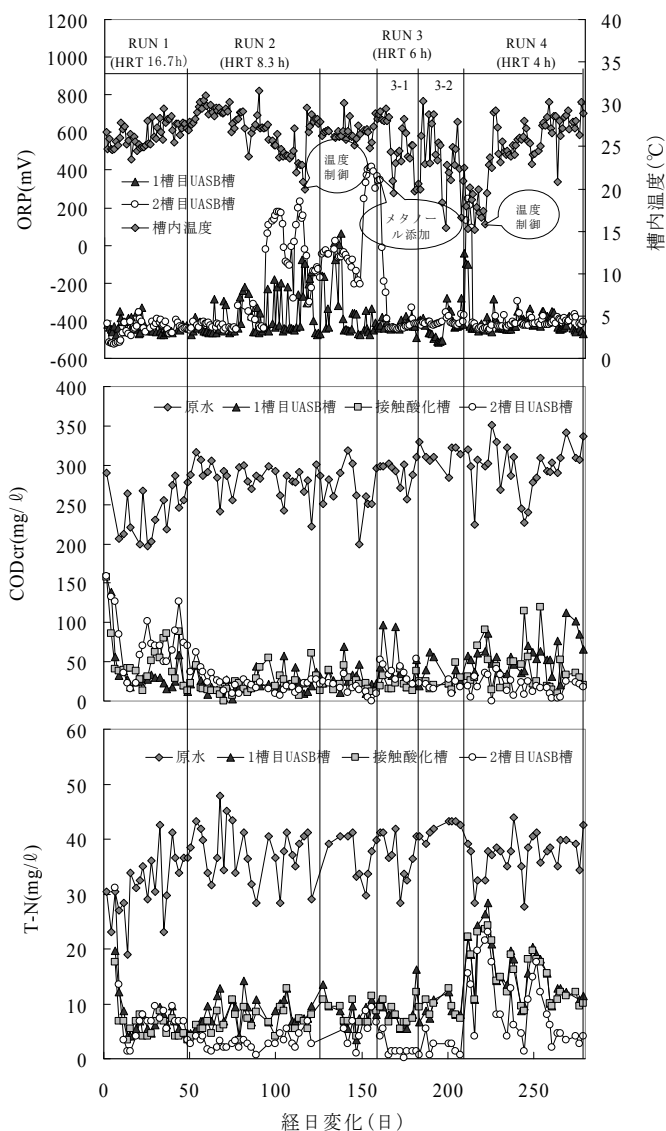


図2 運転環境とCODcrおよび窒素の経日変化

- 2) HRT 6 hの高速運転下において、メタノール添加15mg/lの場合、CODcr除去率は平均94%, T-N除去率は平均96%の処理性能を得ることができたが、HRT 4hにおいては若干の除去率低下が確認された。

以上より、本プロセスは下水の生物学的窒素除去法として高い窒素除去機能を期待できるものであることが確認できた。今後は、好気槽にDHS法を用いることで、無曝気省エネ型のシステムについて検討を行う予定である。

謝辞：本研究は兼松エンジニアリング株式会社と高知高専の共同研究において遂行された。記して深謝いたします。

参考文献

- 1) 濱口ら, 第42回水環境学会年会講演集, p.385, 2008