

Ⅱ - 598 UAHB法および二段接触酸化法によるアミノ酸系発酵工程廃液の処理

山口県 正員 〇水廣都義 (株)日立プラント建設サービス 正員 張 振家
 山口大学 正員 今井 剛 宇部高等工業専門学校 正員 深川勝之
 山口大学 正員 浮田正夫 大阪工業大学 正員 中西 弘

1. はじめに

現在最も有効な嫌気性処理法とされているUASB法であるが、実プラントにおいては食品排水等の易分解性の有機性排水処理に用いられているのみである。しかし近年、嫌気性処理への注目の高まりから、UASB法における適用排水種類の範囲の拡大が必要とされている。そこで、本研究ではまず高濃度の硫酸イオンを含有する廃液をUAHB (Upflow Anaerobic Hybrid Blanket)法と二段接触酸化法とで個別に処理することを試みた。次にUAHB法と二段接触酸化法を組み合わせた処理プロセスで処理を行い、その処理特性に関して検討を加えた。

2. 実験方法

今回実験に用いた廃液の性状を表1に示す。本廃液はTOC濃度が12000mg/l、硫酸イオン濃度およびアンモニア性窒素濃度がそれぞれ6000mg/l、2000mg/l程度である。TOC： SO_4^{2-} は2：1であり、かなり硫酸イオン濃度が高い廃液である。

UAHB装置は下段のUASB部、中段の嫌気性ろ床部、上段のGSS部で構成され内径92mm、UAHB部の高さ100cm、嫌気性ろ床部の高さ50cm、有効容積は10.52l、GSS部を含む総容積は14.09lである。反応槽はウォータージャケットにより約35℃に保持された。種汚泥は宇部市東部下水処理場の消化汚泥(SS=21000mg/l)を6l使用した。Run1～4では100倍希釈、Run5～6では50倍希釈した廃液（表1参照）を供給し、図1-(a)に示すようにHRTを短くすることによって負荷を上昇させ、実験を行った。

二段接触酸化装置は内径150mm、高さ370mmの円筒形リアクターを二基使用した。リアクター中央には内径36mm、長さ270mmのエアーリフト管が取り付けられており、エアーリフト方式によって曝気を行った。種汚泥は宇部市東部下水処理場の活性汚泥槽の返送汚泥(SS=3000mg/l)を使用した。運転はRun1～3では100倍希釈した上記の廃液を、Run4～5ではUAHBの処理水を無希釈で供給し、HRTを短くすることによって負荷を上昇させた。

3. 結果および考察

UAHB法による処理では、硫酸塩還元によるメタン発酵の阻害の発現が懸念されたが、Run4までは図1に示すように、負荷量の上昇に伴ってガス生成速度は上昇した。生成ガス中には CH_4 、 CO_2 、 N_2 が含まれており、メタンガスの割合は65～75%と安定していた。また、図2-(a)に示すように、TOC除去率は運転開始後50日目付近から安定し、Run4の終了時まで約90%を維持していた。一方、硫酸塩還元率はRun1～4では80～100%で安定していた。硫酸塩還元により発生した硫化水素の90%は処理水中に溶解していた。以上のように、Run4まではメタン発酵と硫酸塩還元が均衡を保って進行していた。しかし、Run5で流入基質濃度を2倍にしたところ急激にガス生成速度およびメタンガスの割合が減少し、TOC除去率も170日目には20%近くまで低下した。このとき、反応槽内では酢酸、プロピオン酸等の揮発性脂肪酸(VFA)の濃度が上昇し、pHが低下した。このことから、負荷の上昇に伴ってVFAの蓄積が起これ、メタン発酵に対する阻害作用が生じたものと推定される。このとき槽内のpHは約6.0であり、硫化水素が阻害性を発揮するpHが約5.5以下であることから、硫化水素による阻害は生じていないものと考えられる。またアンモニア性窒素の

表1 発酵工程廃液の性質

pH	5.87
T-S	49920 mg/l
COD	10600 mg/l
BOD	20000 mg/l
TOC	12020 mg/l
T-N	4500 mg/l
$\text{NH}_4\text{-N}$	2060 mg/l
T-P	482 mg/l
SO_4^{2-}	6008 mg/l
Na^+	1580 mg/l
Cl^-	149 mg/l

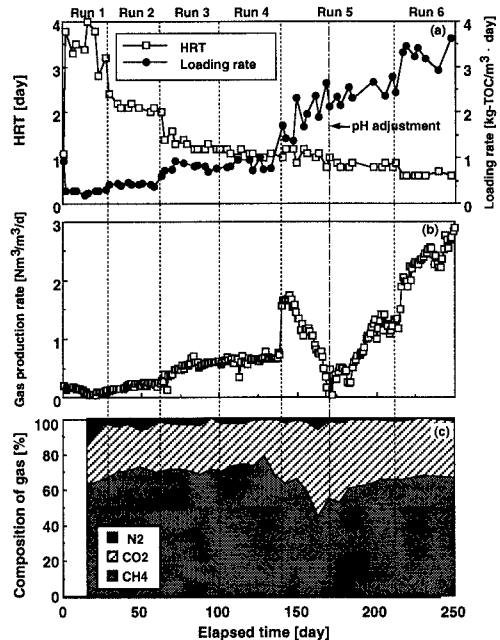


図1 UAHB法による処理実験での装置運転条件および結果
 (a) HRT、TOC負荷量の経日変化
 (b) ガス生成速度の経日変化
 (c) ガス成分組成の経日変化

毒性はアルカリ側で発揮されることから、アンモニア性窒素による阻害も生じていないものと考えられる。この処理効率の悪化に対して、170日目より供試原水のpHが7.0以上になるように、pH調整を行った。pH調整を行ってから速やかに、酢酸およびプロピオン酸の濃度は低下し、30日後にはTOC除去率が60%以上に回復した。しかしながらプロピオン酸の濃度は一旦低下したものの再び上昇し、TOC除去率も70%程度にとどまっている。以上の結果から、UAHB法により高濃度硫酸イオン存在下(1300mg/l, TOC:SO₄²⁻=2:1)でも硫化水素による阻害を受けることなく、良好な処理が可能であることが確認された。ただし、リアクター内のpHを7.0程度に保持する必要がある。また、生成される硫化水素の約90%は処理水中に溶解しているので、UAHBの後処理で硫化水素を無害化する必要がある。

一方、二段接触酸化法については、図3(a)に示すように、Run3までの二段接触酸化法単独の処理では常にTOC除去率が90%以上で安定していた。ただし、Run3では負荷の上昇に伴い、生物膜の増殖が著しく生物膜内部において嫌気的な部分が発生したために、硫酸塩還元が生じた。このため、本廃液における二段接触酸化法単独での最適負荷量はRun2の0.5kg-TOC/m³/day程度であると考えられる。Run4から二段接触酸化法をUAHB法の後段処理法として用いた。図から、UAHBからの流出水の水質がかなり変動したにも関わらず、安定した有機物除去能力を発揮した(処理水DOC200mg/l以下)ことがわかる。また、図3(b)～(d)に示すように、窒素除去に関しては、TOC負荷量0.5kg-TOC/m³/day以下の低負荷時に二段目で硝化反応が生じた。また、UAHBの還元作用で生成した硫化水素の約50%は、再び硫酸イオンに酸化されていた。以上のことより、二段接触酸化法は単独で用いるよりも、UAHB法の後処理法として用いた方が、処理効率や運転コストの面で優れていることが明らかとなった。また、UAHBで生じた硫化水素を低減させることも可能であった。

4. おわりに

本研究では、硫酸イオンおよびアンモニア性窒素を高濃度に含有する廃液についてUAHB法と二段接触酸化法とにより個別に処理実験を行った。さらにUAHB法と二段接触酸化法を組み合わせた処理プロセスで処理実験を行い、その処理特性に関して検討を加えた結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 硫酸イオンやアンモニア性窒素を多量に含む廃液においても、UAHB法が適用可能であり、グラニュールも形成された。ただし、pHの管理と負荷量の調整が必要とされる。
- (2) 二段接触酸化法をUAHB法の後段処理装置として設定することにより処理効率が高くなることが実験的に示された。前段のUAHB法で大幅な有機物負荷の低減が、後段の二段接触酸化法で処理水の安定化が行われた。
- (3) UAHB法等の嫌気性処理法の後処理法として、二段接触酸化法等の好気性処理法を組み合わせることによって、今後さらにUAHB法の様々な排水に対する適用範囲が広がる可能性が示された。

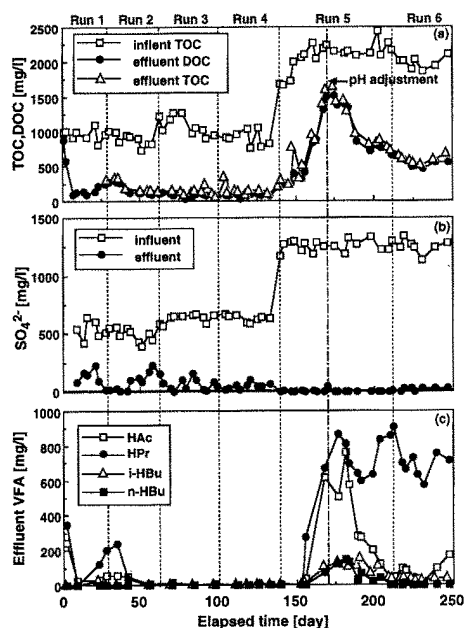


図2 UAHB法UAHB法による廃液処理実験結果

(a) TOC、DOCの経日変化
(b) 硫酸イオンの経日変化、(c) VFAの経日変化

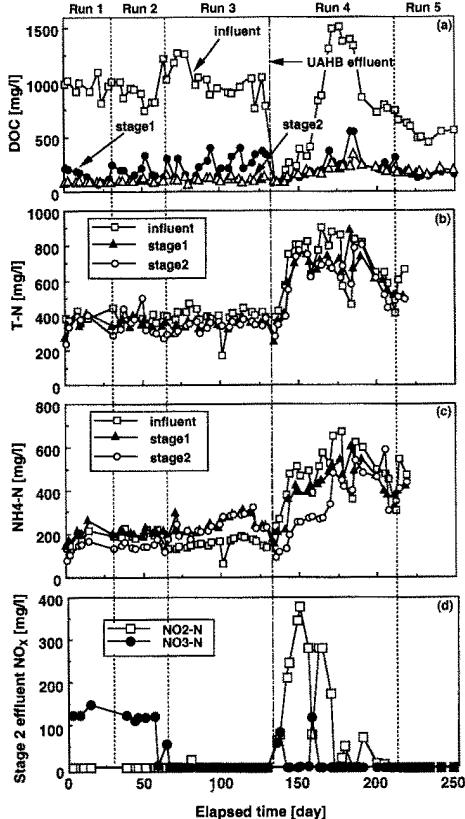


図3 二段接触酸化法による廃液処理実験結果

(a) DOCの経日変化、(b) T-Nの経日変化
(c) NH₄-Nの経日変化、(d) NO_x-Nの経日変化