

UASB リアクターによる電子産業排水処理のスタートアップ

岐阜工業高等専門学校 (学) 浦崎幹一郎, 木村睦美, (正) 角野晴彦
 長岡技術科学大学/国立環境研究所 (学) 段下剛志
 長岡技術科学大学 (正) 山口隆司, 国立環境研究所 (正) 珠坪一晃

1. はじめに

半導体や液晶ディスプレイを生産する過程で発生する電子産業排水には, TMAH (Tetra Methyl Ammonium Hydroxide), MEA (Mono Ethanol Amine), 硫酸塩が含まれている. TMAHは, 人体に有害な難分解性有機物であるといわれている.

電子産業排水の処理は, 現在, 活性汚泥法や蒸発濃縮法により行われている. しかし, これらの手法は概して高コストである. 故に, 低コストである嫌気性処理手法の適用が望まれている.

電子産業排水の嫌気性処理に関する知見は未だ少なく, 特に, 植種から処理が安定するまでのスタートアップに関する知見は少ない. そこで本研究では, 模擬電子産業排水のUASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket)リアクターによる処理に関して, スタートアップから調査した.

2. 実験方法

(1) 実験装置

図1に, 本研究で用いたUASBリアクターを示す. 本リアクターは, カラム部とGSS (Gas Solid Separator) 部により構成されている. カラム部は, 水容積 1.3L, 高さ 60cmであり, GSS部は, 水容積 0.7L, 高さ 14cmである. 処理温度は中温 (35±1℃) に管理した.

植種汚泥は, 【A】メタノール排水処理, 【B】ビール排水処理, 【C】焼酎排水処理を行っていた中温グラニューール汚泥を, 計1.1L投入した. 【A】【B】は, 8年以上休眠していた.

(2) 運転条件と供給排水

本実験は, 確実なスタートアップを図るため, 3つの排水 (Phase) に分けて行った. 各Phaseの目的は, 【Phase1】汚泥の復帰, 【Phase2】模擬電子産業排水 (以下: 模擬排水) への汚泥の段階的な馴致, 【Phase3】模擬排水への汚泥の馴致である.

各Phaseの供給排水は次の通りである. Phase1は, メタノール・酢酸・スクロース・酵母エキスにより構成される易分解性排水を供給した. Phase2は, 易分解性排水と模擬排水の混合排水を供給した. 模擬排水は, 実際の電子産業排水とほぼ同じ組成の濃縮液を準備し, これを希釈した. Phase3は, 模擬排水のみを供給した. また, 全Phaseにおいて, 無機塩類と微量元素を加え, pH管理のため緩衝剤として重曹を加えた.

3. 実験結果と考察

図2に処理性能の経日変化を示す. 図2 (a) は供給排水COD組成とCOD容積負荷, 図2 (b) は処理水COD組成と全COD除去率, 図2 (c) は硫酸塩の経日変化である. TMAH, MEAは, イオンクロマトグラフにより分析した. 全CODはCOD_{Cr}の分析値にTMAHのCOD換算値を加えて表し, 全CODをTMAH, MEA,

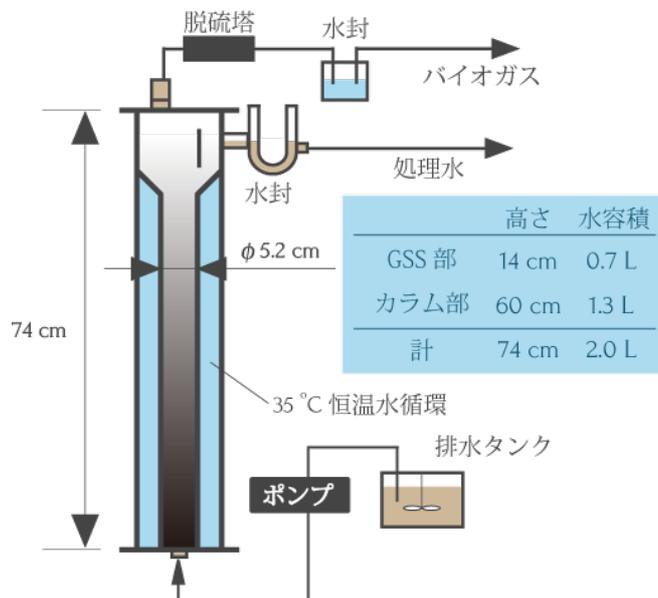


図1 UASB リアクターの概要

その他に分画して表した.

(1) Phase 1, 易分解性排水

COD容積負荷は6 kg/m³/day後半で推移した. ここでのCOD成分は, 全て易分解性排水に由来する. 全COD除去率は, 19日目に90%程度にまで上昇し, 20日目以降に安定して90%以上を達成した.

硫酸塩は, 供給排水中にほとんど含まれていなかった.

このように, 汚泥の復帰が達成されたと判断できるため, 運転条件をPhase2へ移行した.

(2) Phase 2, 易分解性排水と模擬排水の混合排水

COD容積負荷は6 kg/m³/day後半で推移した. COD成分の比率は, 易分解性排水と模擬排水が1:1である. 供給排水のCODの平均は, 全成分 2988 mg/L, 溶解成分 2896 mg/L, TMAH 975 mg/L, MEA 430 mg/Lであった.

処理水のTMAHは, 47日目において578 mg/Lであったが, Phase2開始6日目である49日目以降は定量限界 (10 mg/L) 以下であった. MEAは, Phase2開始直後から定量限界 (10 mg/L) 以下であった. 全COD除去率は, 47日目において74%であったが, 49日目以降90%程度の水準で推移した.

硫酸塩還元された濃度は, 47日目において, 75 mgS/Lであった. これ以降, 硫酸塩還元は徐々に増加し, 65日目において, 硫酸塩還元された濃度は145 mgS/Lであり, 混合排水の硫酸塩がほとんど還元された. 硫酸塩還元によって生成される硫化物のなかで, H₂Sは有機物分解へ阻害を及ぼすため, 処理水のpHを7.5以上に保ち, 阻害を回避した.

このように, TMAHとMEAを含む混合排水の供給よりわずか6日間で, 安定した処理性能を発揮した. これは, リアク

キーワード 電子産業排水, 嫌気性処理, UASB リアクター, TMAH, MEA, 硫酸塩

連絡先 〒501-0495 岐阜県本巣市上真桑 2236-2 岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 角野研究室

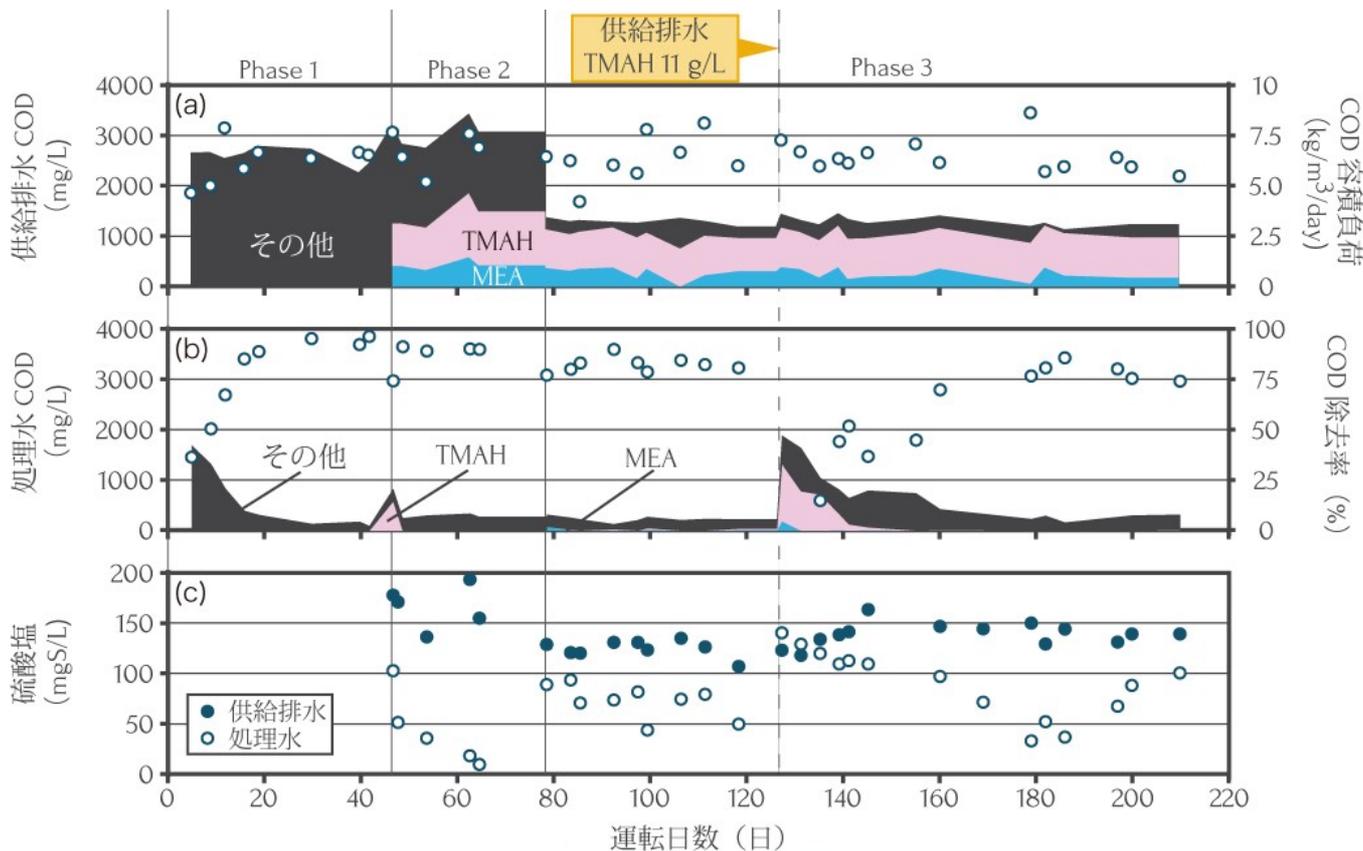


図2 処理性能の経日変化

ター中の菌相が変化したためとは考えにくい。これより、植種汚泥には、TMAH、MEAを分解する機能と量が備わっていたと考えられる。TMAH、MEAの安定した分解が認められ、高い全COD除去率が得られたため、運転条件をPhase3へ移行した。

(3) Phase 3, 模擬排水

COD容積負荷は6 kg/m³/day後半で推移した。ここでのCOD成分は、全て模擬排水に由来する。模擬排水由来のCOD、すなわちTMAHとMEAの容積負荷は、Phase2と比較して約2倍に増加した。供給排水のCODの平均は、全成分1291 mg/L、溶解成分1252 mg/L、TMAH774 mg/L、MEA263 mg/Lであった。

77日目から120日目までの処理水質を述べる。処理水中のTMAHは、Phase3開始3日目である79日目に定量限界以下であり、これ以降10~30 mg/L程度で推移した。処理水中のMEAは、79日目に76 mg/Lとなったが、Phase3開始8日目である84日以降はほとんど検出されていない。このように、TMAHとMEAの負荷増加よりわずか8日間で、安定した処理性能を発揮した。これより、実機のUASBリアクターと同程度の負荷に対応できる可能性が示された。

硫酸塩還元は、Phase3へ移行し、易分解性排水のCOD成分が供給されなくなった途端に低下した。93~124日目において、硫酸塩還元された濃度はおおよそ50~60 mg/Lである。従って、Phase2における硫酸塩還元は、模擬排水に含まれる有機物より易分解性排水に含まれる有機物の分解に大きく寄与していたと言える。

127日目において、11 g/LのTMAHが突発的に過剰供給される事故が発生した。この直後、TMAHの処理が一時的に停止した。その後、処理水のTMAHは徐々に減少し、156日目(事故後29日目)に定量限界以下となった。MEAの処理は悪化し

たものの停止はせず、わずか4日間で定量限界以下となった。156日目において、COD除去率は、全成分45%、溶解成分70%であり、模擬排水中のCOD成分は除去されている。ただし、全COD除去率は汚泥のウォッシュアウトにより回復していない。TMAHの過剰供給は、汚泥の物理的性状にも影響を与えていると考えられる。事故以前と同水準に回復したのは事故後53日目である180日目であった。

硫酸塩還元は事故直後に停止した。その後順調に回復し、硫酸塩還元された濃度は、180日目において107 mg/Lであった。しかし、187日以降、硫酸塩還元された濃度は減少し、211日目において39 mg/Lである。現時点で硫酸塩還元の挙動が安定しておらず、継続的な調査が必要である。

(4) メタン回収率

メタン回収率は、除去されたCOD基準として算出した。全段階において、おおよそ70~80%程度確認されている。除去されたCODがメタンに変換されていることがわかる。

4. おわりに

UASBリアクターにより模擬電子産業排水をCOD容積負荷6.7 kg/m³/day、35℃の運転条件において、段階的に模擬排水を加え、スタートアップした。この結果、TMAHとMEAの分解や負荷の増加に速やかに対応できた。また、11 g/LのTMAHの突発的な過剰供給は、回復に50日以上を要するほどの悪影響を及ぼすことが明らかになった。

謝辞

本研究は、国立環境研究所の安全確保研究プログラム、地域の水環境保全に向けた水質改善・評価手法の開発プロジェクトの一部として実施しました