

UASB-DHS システムにおけるポリマー含有廃水への適用性評価

長岡技術科学大学 ○ 酒井優也, (正) 渡利高大, (正) 幡本将史, (正) 山口隆司
住友理工株式会社 米山史紀, 田中菜月, 脇坂治, 田口武彦

1. はじめに

自動車部品加工工場では洗浄用水等で多量の水が使用されており、高濃度に汚染された多量の廃水が排出される。自動車部品加工工場から排出される廃水の一つとして、難分解性水系ポリマーを含む廃水が挙げられる。現在、この難分解性水系ポリマー廃水は生分解性の低さから焼却処分されており、有効な廃水処理技術の開発に期待が寄せられている。過去の報告では、嫌気性細菌によるポリエチレングリコールの分解が報告されている¹⁾。また、これまでの我々の研究の結果、難分解性水系ポリマーは嫌気条件下で分解が可能であることが明らかとなっている。廃水処理技術の一つとして、Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) – Down-flow Hanging Sponge (DHS) システムが挙げられる。UASB-DHS システムは、前段の UASB で嫌気性微生物によるメタン発酵、後段の DHS でスポンジを微生物保持担体として用いる無曝気の好気処理を行うため、創・省エネルギーの微生物処理システムであることが報告されている²⁾³⁾。そこで本研究では、UASB-DHS システムによる難分解性水系ポリマー廃水に対する分解技術の確立を目指し、連続処理実験を行った。

2. 実験方法

図-1 に実験装置の概略図、表-1 に実験条件を示す。基質は、エチレングリコールとプロピレングリコールの共重合体の水系ポリマーを水道水で希釈した模擬ポリマー含有廃水を用いた。窒素源として塩化アンモニウム、リン源としてリン酸水素二カリウムを COD : N : P 比 100 : 5 : 1 となるように添加した。更に、アルカリ剤として炭酸水素ナトリウムを添加し、pH を調整した。UASB には、食品工場廃水を処理する別の UASB から採取したグラニューール汚泥を用いた。

DHS には、ポリウレタンスポンジを硬質プラスチックネットリング（直径 33 mm、高さ 33 mm）で覆ったものを 249 個充填した。スポンジ担体には、産業廃水を処理する浄化槽から採取した活性汚泥を植種した。リアクター容積は UASB を 10 L、DHS はスポンジ容積で 6.4 L とし、水理学的滞留時間 (Hydraulic Retention Time : HRT) を算出した。P1 を汚泥馴化期間、P2~4 を負荷上昇期間として実験を行った。P3 および P4 では、湿式ガスメーター (SHINAGAWA : MODEL WS) により UASB で発生したバイオガス量を測定した。

3. 実験結果及び考察

図-2 に pH および COD の経日変化、図-3 に COD 除去率と OLR の経日変化を示す。P1 では、Inf. の COD 濃度を 1,000 mg-COD/L、有機物負荷率 (Organic Loading Rate : OLR) を 0.80 kg-COD · m⁻³ · day⁻¹ に調整し、運転を行った。処理水の COD 濃度は UASB eff. で 915 ± 208 mg-COD/L、DHS eff. で 350 ± 271 mg-COD/L であった。UASB の COD 除去率は 20% 以下と低い一方で、pH は Inf. で 7.6 ± 0.3、UASB eff. で 7.2 ± 0.4 と低下したことから、何らかの生物分解が生じている可能性が示唆された。経過日数 58 日目に UASB の COD 除去率

表-1 実験条件

Unit	P1	P2	P3	P4
Time course day	1-58	60-228	231-247	248-267
HRT hour	30	34	17	17
Influent COD mg-COD · L ⁻¹	1,000	3,000	3,000	6,000
OLR kg-COD · m ⁻³ · day ⁻¹	0.80	2.12	4.24	8.48

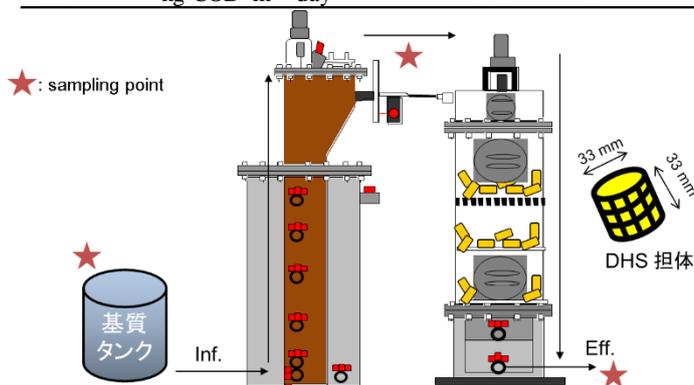


図-1 実験装置概略図

が40%に向上したため、汚泥が馴化したと判断した。P2では、Inf.のCOD濃度を3,000 mg-COD/L、OLRを2.12 kg-COD・m³・day⁻¹に変更した。経過日数60~65日目でUASB, DHS共にCOD除去率が低下したが、74日目以降は安定して処理が行われた。P2におけるCOD除去率は、UASBで61±16%, UASB-DHSで86±7%と、P1を上回った。P3では、OLRを4.24 kg-COD・m³・day⁻¹に上昇させ運転を継続した。COD除去率はUASBで73±3%, UASB-DHSで87±1%と、OLRを上昇させたにもかかわらず、P2のCOD除去率を上回った。P3におけるガス発生量およびメタン転換率は、19.3±6.7 L/day および61.4±26.9%であった。P4では、Inf.のCOD濃度を6,000 mg-COD/L、OLRを8.48 kg-COD・m³・day⁻¹に上昇させ運転を継続した。COD除去率はUASBで44±11%, UASB-DHSで64±15%と、P3と比較して低下した。P4におけるガス発生量およびメタン転換率は、36.8±9.6 L/day および49.8±6.9%であった。P4では、P3のガス発生量を上回ったが、メタン転換率は減少した。図-4にP2におけるBOD測定結果を示す。P2のBOD測定結果は、Inf.で66±27 mg/L、UASB eff.で182±70 mg/L、DHS eff.で134±103 mg/Lであった。通常の廃水処理工程とは異なり、Inf.よりEff.の値が高くなった。この結果より、難分解性水系ポリマーがUASBを通過することにより、低分子化が行われている可能性が考えられた。

4. まとめおよび今後の展望

模擬ポリマー含有廃水をUASB-DHSシステムで処理した結果、OLR 4.24 kg-COD・m³・day⁻¹においてCOD除去率87±1%を達成した。本研究により、UASB-DHSシステムは難分解性水系ポリマー廃水処理に適用できる可能性が示唆された。また、BODの結果より本研究で用いたポリマーは、嫌気性処理を行うことで好気性微生物でも分解可能な状態になる可能性が示唆された。今後は、ポリマーの分解経路の推定およびUASBから採取した汚泥の微生物解析を行う予定である。

参考文献

- 1) 富田耕右. (1991). 汎用高分子の微生物による分解. 日本ゴム協会誌, 64(8), 463-471.
- 2) 高橋優信, et al. "発展途上国に適用可能なエネルギー最小消費型の下水処理プロセスの開発~ スポンジ担体散水ろ床 (DHS-G3) リアクターの処理特性~." 環境工学研究論文集 41 (2004): 175-186.
- 3) 大久保努, et al. "開発途上国のためのエネルギー最小消費型下水処理技術の開発." 土木学会論文集 G 64.2 (2008): 187-195.

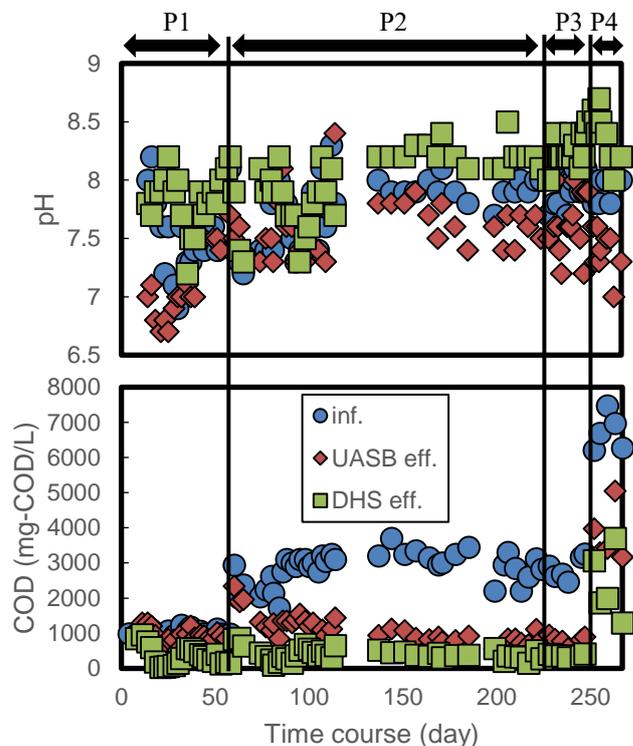


図-2 pH および COD の経日変化

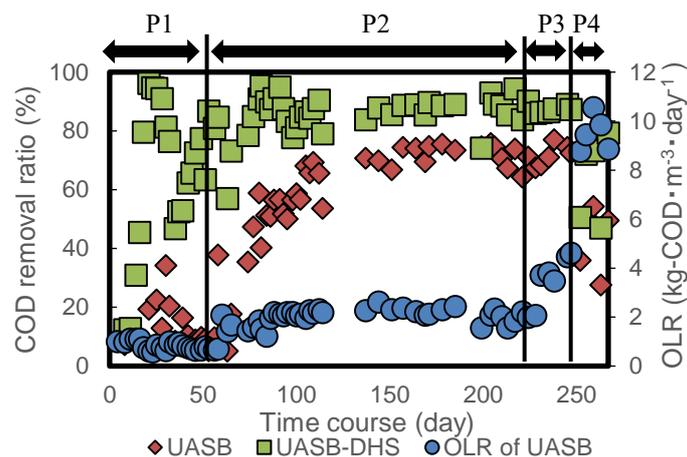


図-3 COD 除去率および OLR の経日変化

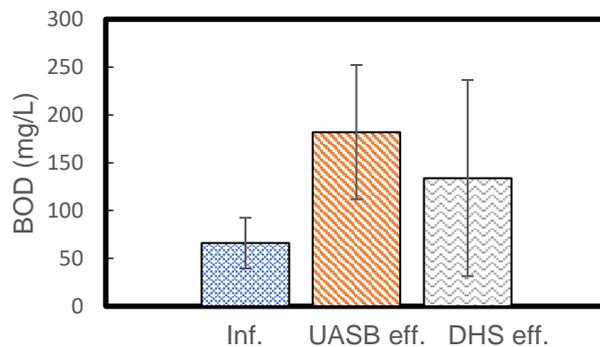


図-4 P2 期間における BOD 濃度