

実下水に対する膜分離メタン発酵法の処理性能の評価

東北大学 学生会員 ○鹿野 滉平
東北大学大学院 歌代 哲也
東北大学大学院 紀 佳淵
正会員 李 玉友

1. はじめに

現在、国内外の排水処理で広く用いられている活性汚泥法は、良好な処理水質が得られる一方、多くのエネルギーを必要とし、余剰汚泥の生成量も多く、温室効果ガスの排出量も多いといった課題が指摘されている。嫌気性処理は、曝気のエネルギーを必要とせず、大幅に余剰汚泥を削減できることに加え、バイオガスの回収もでき、省エネルギー・創エネルギー効果も期待できるため、好気性処理にとってかわる新たな技術として期待されている。しかし、都市排水のような低濃度かつ水量の多い下水に対して嫌気性処理を施した場合、安定した運転が難しい、微生物の増殖速度が小さい、処理水の水質が排出基準をみたせず、後段処理を設ける必要がある、といったデメリットが発生する。

嫌気性処理の反応槽に膜を設置する嫌気性 MBR 法は、微生物の増殖速度の遅い嫌気性処理の反応槽内の微生物濃度を高く保ちつつ、良好な処理水質を得ることができ、嫌気性処理と MBR 双方のデメリットを補完し合える技術であると期待されている。

本研究では、中空糸膜を用いた嫌気性 MBR による人工下水に対する連続実験を行った後、同リアクターを下水処理場へと設置し、実下水を用いた連続実験を行い、その処理性能を把握した。

2. 実験方法

本研究で用いた嫌気性膜分離装置の概要を図 1 に示した。容積は 7.5L とし、膜面積は 0.1 m²、孔径は 0.2 μm の PTFE 製中空糸膜を用いた。25℃、HRT8 時間の条件下で人工下水に対する連続実験を 33 日間行った後、同リアクターを下水処理場へと設置し同条件で実下水を用いた連続実験を行った。

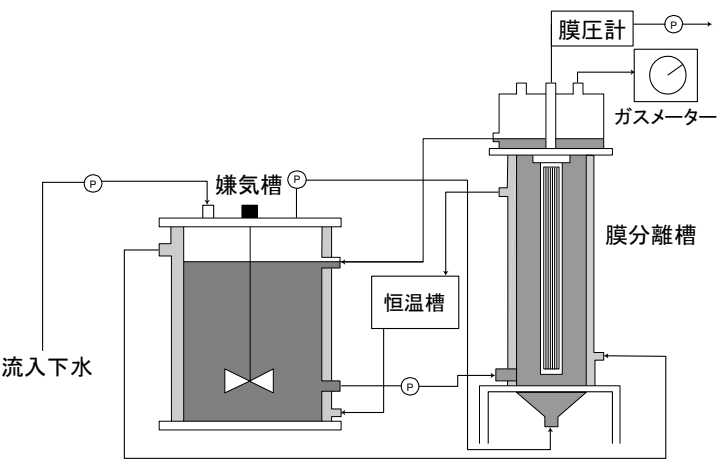


図 1 実験装置の概要図

表 1 人工下水の性状 表 2 実下水の性状

人工下水	mg/L	実下水	mg/L
BOD	245	BOD	193±67.7
COD	583	COD	401±84.3
SS	200	SS	213±20.8
LAS	2.5	LAS	4.18±1.57
AE	5	AE	5.24±3.94

表 3 バイオガス生成量とガス組成

		人工下水	実下水
バイオガス生成量		220mL/L	99mL/L
ガス組成	CH ₄	77%	72%
	N ₂	11%	19%
	CO ₂	12%	9%

また、pH、COD、バイオガス生成量、膜ろ過特性などを調べ、人工下水と実下水の場合で比較した。人工下水と実下水の組成は表 1 と表 2 に示す。

キーワード 下水処理 メタン発酵 膜分離 MBR バイオガス

連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06

東北大学工学研究科土木工学専攻環境保全工学研究室 TEL 022-795-7890

3. 実験結果、考察

3. 1. 処理水質

人工下水と実下水に対する連続実験の結果を図 2、表 3,4,5 に示した。人工下水に対して処理を施した場合、バイオガスの生成量は平均 220mL/L であり、メタンガスの生成量は約 169.4mL/L であった。また、処理水の BOD は 10mg/L、COD は 27mg/L であり、仙台市の下水排除基準¹⁾を満たした。タンパク質、炭水化物、AE の除去率はそれぞれ 97%、98%、96% と非常に高い値を示し、BOD 除去率は 94%、COD 除去率も 94% と高い値を示し、良好な処理水質が得られ、pH も 6.5 から 7.5 付近で安定していた。しかし、LAS の除去率は 54% となり、他の項目に比べて低い除去率であった。一方、実下水に対する連続処理実験を行った結果、pH の値にばらつきが見られた(図 2)。また、除去率に関して BOD は 2%、COD は 4% 程人工下水処理時に比べて低下した。糖、AE、LAS の除去率は、人工下水処理時と比べて大きな差は見られなかったが、タンパク質の除去率は 11% 下がった。そのため、タンパク質の残存が処理水質の低下を招いている可能性が示唆された。²⁾

3. 2. pH の安定

実下水に対する処理性能の低下の要因として、人工下水に対する実験を行っていた際は汚泥中のアルカリ度が十分に高かったが、実下水中のアルカリ度は人工下水に比べて小さく、汚泥中の pH が低下したことが考えられる。そのため、微生物の活性に阻害が起きてしまい、実下水処理時のバイオガス生成量は人工下水に比べて低くなったと考えられる。汚泥中のアルカリ度を上げるために炭酸水素アンモニウムを連続添加することとし、実下水に対する連続実験の開始から 98 日後、一日に添加する適切な炭酸水素アンモニウムの量を調べる実験を行い、108 日後から炭酸水素アンモニウムを 177.8mg/L 添加し、pH の安定を図った。アルカリ剤の添加後は実下水に対しても安定した運転ができた。

4. まとめ

アルカリ剤の添加以前では、流出水の pH が 6.5 を下回ることがありメタン発酵の阻害が起きてしまったが、添加後の平均 pH は 6.77 と安定した値を示しており、実下水に対しても安定した運転ができることがわかった。また、人工下水処理時と比べて実下水処理時の COD 除去率と BOD 除去率はともにやや下がったが、処理水の BOD

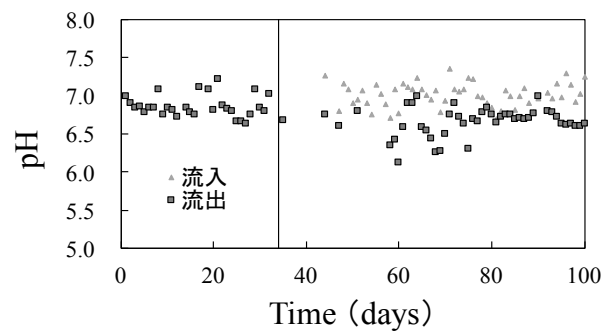


図 2 連続実験における pH

表 4 水質の比較

		人工下水	実下水
BOD[mg/L]	流入	245	162
	流出	10	12
COD[mg/L]	流入	591	393
	流出	27	35.8
タンパク質 [mg/L]	流入	60.8	66.4
	流出	2	9.1
炭水化物 [mg/L]	流入	225	81.2
	流出	3.75	1.67
pH	流入	7.04	7.04
	流出	6.86	6.69

表 5 除去率

	人工下水	実下水
BOD除去率	94%	92%
COD除去率	94%	90%
タンパク質除去率	97%	86%
炭水化物除去率	98%	98%
AE除去率	96%	96%
LAS除去率	54%	56%

は 12mg/L、COD は 35.8mg/L であり、実下水の処理水でも仙台市の下水排除基準を満たすことがわかった。

5. 参考文献

- 1) 宮城県ホームページ <https://www.pref.miyagi.jp>
- 2) 若原慎一郎 嫌気性膜分離反応槽を用いた有機性排水の処理に関する研究