

〈研究発表〉

嫌気性排水処理における苛性ソーダ削減の試み

山下 哲生¹⁾, ○濱田 武志¹⁾, 吉川 信²⁾, 山本 平²⁾, 中村 暢人²⁾, 赤司 昭¹⁾

¹⁾ ㈱神鋼環境ソリューション (〒651-2241 神戸市西区室谷 1-1-4, E-mail: a.akashi@kobelco-eco.co.jp)

²⁾ 神鋼環境メンテナンス㈱ (〒651-0086 神戸市中央区磯上通 2-2-21, E-mail: m.yoshikawa@kobelco-eco.co.jp)

概要

嫌気性排水処理リアクターpHとバイオガスのCO₂濃度からアルカリ度を推定し、アルカリ度を適切に保持しながら苛性ソーダ使用量削減の可能性について検討した。実験室内で人工廃水を用いてUASBを立ち上げ、リアクターpHとCO₂濃度(CO₂濃度計による計測)からアルカリ度が推定可能か否かについて検討したところ、分析値と推定値がほぼ一致した。次いで、アルカリ度を適正範囲に保持しながら、リアクターpHを低減することにより、水質は保持したまま、苛性ソーダ使用量を25~50%削減できた。

キーワード: 嫌気性排水処理, アルカリ度, 苛性ソーダ, CO₂濃度計, 遠隔監視

1. はじめに

UASB (upflow anaerobic sludge blanket) 法等の嫌気性排水処理は、発生するメタンガスをエネルギーとして利用可能なこと、余剰汚泥の発生量が活性汚泥法等の好気処理に比べ少ないこと、および運転費が安価であることなどから、ビール工場や食品工場廃水を中心に世界中で数多くの設備が稼働している。

嫌気性排水処理プロセスの制御因子として、温度、HRT、有機物負荷やpH、アルカリ度が挙げられる¹⁾。生ごみ等の濃厚なバイオマスのメタン発酵とは異なり、廃水の緩衝能力が低い比較的希薄な産業廃水の場合、負荷変動に伴う酸生成によるpHの低下を防ぐため、リアクターpHをやや高めに設定しがちである。また、pHの調整のために使用する苛性ソーダは、運転費の40~50%を占めることから、その使用量を削減できれば、更なる運転費の削減が期待できる。

Fig. 1のリアクターpH、バイオガスCO₂濃度、アルカリ度の関係図²⁾を参考に、リアクターpHとバイオガスCO₂濃度からアルカリ度をモニタリングできれば、狭い範囲でのpHとアルカリ度の管理が可能になり、苛性ソーダの使用量の削減に寄与できるものと考えられる。

本稿では、CO₂濃度計を用いて測定したバイオガスCO₂濃度とリアクターpHからアルカリ度が推定可能か否かを検討した結果、並びに苛性ソーダ使用量の削減の可能性について報告する。

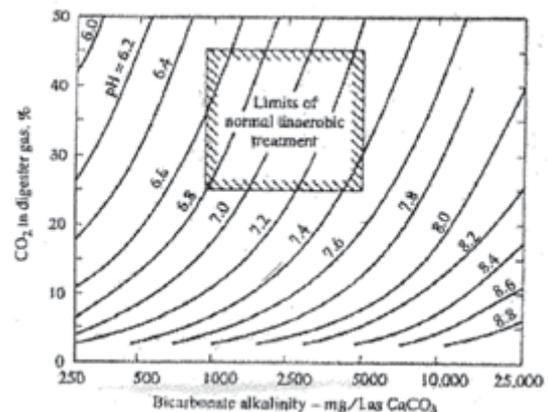


Fig.1: Relations of Reactor pH, CO₂ Concentration of Biogas and Alkalinity²⁾

2. 実験方法

2.1 CO₂濃度計の評価

バイオガスのCO₂濃度は、新コスモス電機(株)のPD-8Fを用いて連続測定した。本CO₂濃度計を食品工場廃水を処理している嫌気性排水処理設備に設置し、測定値と分析値との比較を行うことによりその測定精度を評価した。

2.2 CO₂濃度計を用いたアルカリ度の推定

(1) 室内実験の概要

Fig. 2にUASB連続試験装置の概略フローを示す。UASB装置は、Table 1に示した人工廃水(COD_{Cr}濃度: 9,947mg/L, T-N濃度: 209mg/L)を用いて立ち上げ、Table 2に示す条件で運転した。

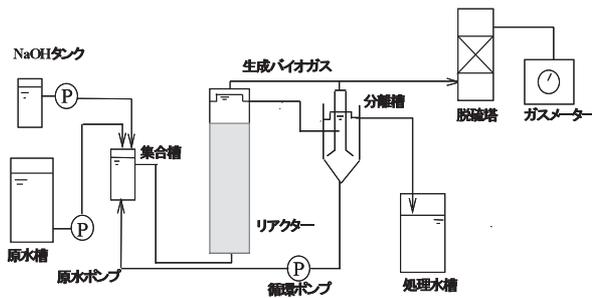


Fig.2: UASB Test Flow

Table .1: Composition of Synthetic Wastewater

ペプトン	2 g/L
グルコース	7.2 g/L
酵母エキス	0.5 g/L

Table .2: Operating Conditions of UASB

項目	単位	設定値
リアクター温度	[°C]	35~37
原水供給量	[L/d]	2
HRT	[hr]	60
LV	[m/H]	3
リアクターpH	[-]	6.4~7.0
循環水量	[mL/min]	400
循環率	[%]	240

(2) バイオガス CO₂ 濃度とリアクターpH からのアルカリ度の推定

リアクターpH とバイオガス CO₂ 濃度からアルカリ度の推定が可能か否かを検証するため、リアクターの pH を変化させ (Table 3)、その時のバイオガス CO₂ 濃度から推定されるアルカリ度とその分析値を比較することにより評価した。

Table .3: UASB Reactor pH

条件	リアクター設定pH	実験期間
Run1	7.0	5/29~7/3
Run2	6.8	7/4~8/3
Run3	6.6	8/4~9/8

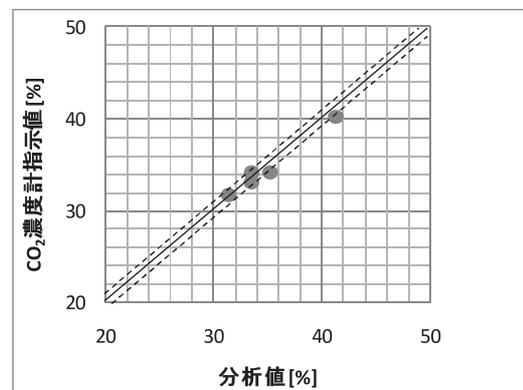
2.3 苛性ソーダ使用量の削減

上記(2)の実験の中で、苛性ソーダ使用量の削減効果を検証した。

3. 結果および考察

3.1 CO₂ 濃度計の評価

CO₂ 濃度計の測定精度を検証するため、本 CO₂ 濃度計を食品工場の嫌気性排水処理設備に設置し、測定値と分析値を比較した。Fig. 3 に CO₂ 濃度計の指示値と分析値の相関を示す。調査期間中、CO₂ 濃度計の指示値は分析値±1 ポイント以内で測定できていたことから、本 CO₂ 濃度計は使用に耐えうると評価した。

Fig.3: Evaluation of the measurement accuracy of the CO₂ gas monitor

3.2 CO₂ 濃度計を用いたアルカリ度の推定

リアクターpH とバイオガス CO₂ 濃度からアルカリ度の推定が可能か否かを検証するため、リアクターの pH を 7.0 (Run1)、6.8 (Run2)、6.6 (Run3) と順次変化させ (Table 3, Fig. 4)、その時のバイオガス CO₂ 濃度から推定されるアルカリ度とその分析値を比較することにより評価した。

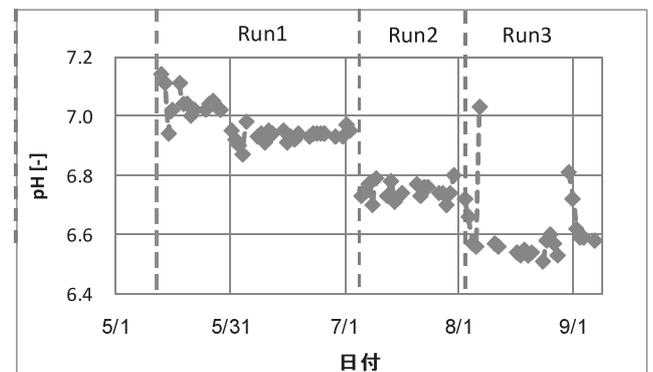


Fig.4: Changes of Reactor pH

Fig. 5に各Runにおけるアルカリ度(分析値)の推移を示す。Run1では2,000~2,500mg/Lであったアルカリ度は、リアクターpHの低下に伴い低下し、Run3では約1,000まで低下した。

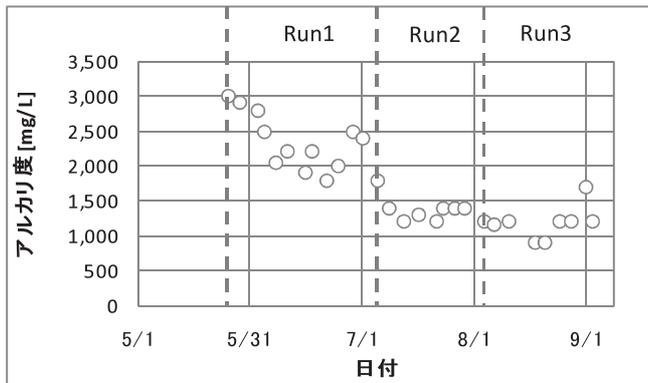


Fig.5: Changes of Alkalinity

Fig. 6に各RunにおけるバイオガスのCO₂濃度の推移を示す。評価期間中のCO₂濃度は概ね20~40%で推移した。

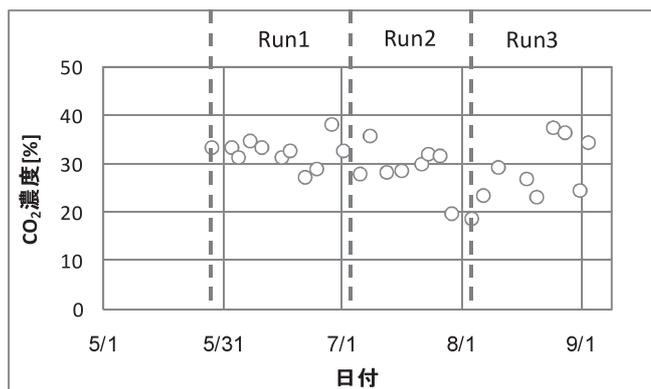


Fig.6: Changes of Biogas CO₂ Concentration

Fig. 7にUASB連続試験装置リアクターpH、バイオガスのCO₂濃度とアルカリ度の関係を示す。プロットで本ラボテスト装置の実績値を、ラインでFig. 1に掲載した文献の相関を重ね合わせて表示した。リアクターをpH 6.6で運転した場合は、理論値(実線)と測定値(*)に若干の差異がみられたが、リアクターをpH 7.0と6.8で運転した場合は、理論値(実線)と測定値(○、◆)がほぼ一致した。

以上の結果から、バイオガスCO₂濃度とリアクターpHからアルカリ度をリアルタイムで推測可能であると考える。

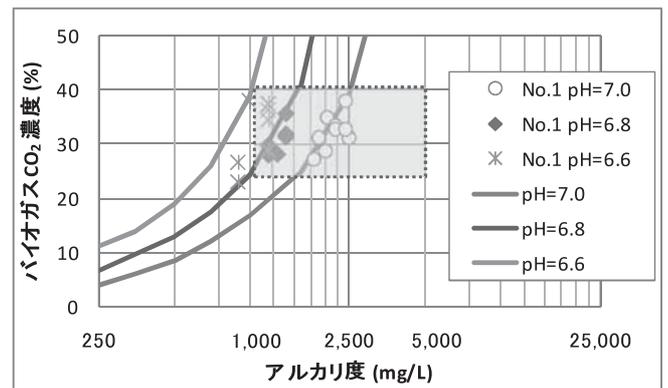


Fig.7: Relations of Reactor pH, CO₂ Concentration of Biogas and Alkalinity in Each Operation

3.3 苛性ソーダ使用量の削減

Fig. 8にRun1、Run2、およびRun3における除去CODあたりの苛性ソーダ使用量(Run1の使用量を100とした場合の相対使用量)を示す。CO₂濃度計によるCO₂濃度のモニタリングにより、アルカリ度を推奨運転範囲の1,000近辺に保持しながら、リアクターpHを7.0から6.6に低下させることにより、処理水質の悪化を招くことなく(データ未掲載)、苛性ソーダの使用量を約50%削減できた(Fig. 8)。

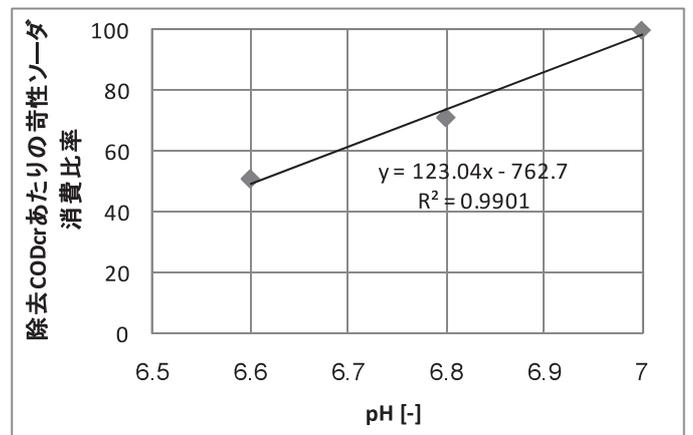


Fig.8: Sodium Hydroxide consumption in each operation

4. まとめ

UASB 法などの嫌気性排水処理装置の重要な運転監視項目の一つであるアルカリ度をバイオガスの CO₂ 濃度とリアクターpH から推定できることを示した。また、リアクターpH とアルカリ度を運転推奨範囲で保持することにより、処理水質の悪化を招くことなく苛性ソーダの使用量を削減可能であることを検証した。

本結果は、人工排水で得られたデータであり、処理対象の違いによる検証は課題として残されているが、嫌気性排水処理の運転費の約半分近くを占める苛性ソーダ使用量の削減に適用できるものとする。

参考文献

- 1) 野池達也 編著: メタン発酵, 技法堂出版, pp. 117-127 (2009)
- 2) McCarty P. L.: Anaerobic Waste Treatment Fundamentals/Patrick, 2/Environmental Requirements and Control, Public Works, October, pp. 123 (1964)