

消化ガスの有効利用のための放電脱硫

Plasma assisted desulfurization for the efficient use of a digestion gas

室蘭工大, °西岡 大介, 高橋 一弘, 佐藤 孝紀, 伊藤 秀範

Muroran I. T., °Daisuke Nishioka, Kazuhiro Takahashi, Kohki Satoh, and Hidenori Itoh

E-mail: 15043050@mmm.muroran-it.ac.jp

1. はじめに

下水処理場で発生する消化ガスは、 CH_4 および CO_2 を主成分とし、 $21 \sim 23 \text{ MJ/Nm}^3$ の発熱量^[1]を有しているため、再生可能エネルギーの一つとして注目されている。全国の下処理場での消化ガス発生量は $277 \text{ 百万 m}^3/\text{年}$ であり、その利用率は 7 割程度となっており、消化槽加温設備および消化ガス発電などに利用されている^[2]。消化ガスには数 100 ppm の H_2S が含まれており、燃焼により有毒な SO_2 に転化されるため、前処理として脱硫が不可欠である。従来、脱硫技術には酸化鉄を用いる乾式脱硫法が広く用いられてきたが、脱硫剤の交換および処理が必要となることから、脱硫剤が不要な方法の開発が望まれている。本研究は、放電プラズマ中の高エネルギー種および活性種を用いて消化ガスの脱硫を行うことを目的としている。

放電脱硫の研究に関しては、高橋ら^[3]が、パケットベッド放電を用いて CH_4 、 CO_2 および H_2S の混合ガスを分解し、 H_2S の分解率、オフガスの生成物および H_2S の有無がバイオガスの改質に与える影響を報告している。また、Dors *et al.*^[4]は、誘電体バリア放電および Ni 触媒を組み合わせた放電リアクタを用いて CH_4 、 CO_2 および H_2S の混合ガスを分解し、 H_2S の分解率、副生成物の濃度および CH_4 の H_2 への転化率を報告している。しかし、放電脱硫特性を詳しく調査した研究は筆者が知る限り行われていない。ここでは、大気圧下で容易に発生できるパケットベッド放電を用い、模擬消化ガスを処理したときの H_2S の脱硫特性を調査した結果について報告する。

2. 実験装置および実験方法

放電リアクタは、ガラス製円筒管(内径 $\phi 20 \text{ mm}$ 、長さ 250 mm)内にガラスボール($\phi 3.0 \text{ mm}$)を充填し、その中心にステンレス棒($\phi 2 \text{ mm}$)を挿入し、円筒管外周にアルミメッシュ(幅 130 mm 、線径 $\phi 0.29 \text{ mm}$ 、 16 mesh)を巻きつけたものである。 $\text{CH}_4 : \text{CO}_2 : \text{H}_2\text{S} = 60 : 40 : 0.05 \%$ の模擬消化ガスを放電リアクタ内に $0.2, 0.3, 0.5, 1.0, 2.5$ あるいは 5.0 L/min の流量でフローさせる。この状態で、インバータ駆動ネオントランス(小寺電子製作所製, CR-N16)を用いて交流高電圧を棒電極とメッシュ電極間に印加してパケットベッド放電を発生させる。このとき、パワーメーター(日置電機製, PW3335)を用いて、スライダックを介してネオントランスに供給される電力を測定する。放電リアクタで処理されたガスをサンプリングバッグに採取し、ガスクロマトグラフ(日立製作所製, 263-50, 熱伝導度型検出器, 充填剤: Sumpak-S)を用いて H_2S 濃度を測定する。

3. 実験結果

Fig. 1 は、作用エネルギー密度に対する H_2S の分解率を示す。分解率は H_2S の初期濃度および投入電力に依存するので、以下の式で示す作用エネルギー密度でスケールングを導入することで、様々な条件における分解率の比較を行う。なお、以下の式の作用エネルギー密度は、単位放電リアクタ内に供給される H_2S 量あたりの投入電力を示す。

$$\text{作用エネルギー密度} = \frac{\text{投入電力(W)}}{\text{ガス流量(L/min)} \times \text{H}_2\text{S 初期濃度(ppm)}}$$

作用エネルギー密度の増加に伴い H_2S 分解率が向上し、作用エネルギー密度が約 $0.6 \text{ W}/((\text{L/min}) \cdot \text{ppm})$ のとき分解率が 100% となると予想される。また、投入電力、初期濃度、リアクタ本数および接続方法を変えた場合でも、1 つの曲線で脱硫特性を示すことができることがわかった。

本研究は、月島機械株式会社の助成を受けて実施された。

参考文献

- [1] 日本下水道協会:「下水汚泥エネルギー利用調査報告書」
- [2] 日本下水道協会:「消化プロセス導入の可能性調査」
- [3] 高橋 一弘, 佐藤 孝紀, 伊藤 秀範 : IEEJ Trans. FM **134**, 60 (2014).
- [4] M. Dors, T. Izdebeski, M. Tański, and J. Mizeraczyk : Eur. Chem. Bull. **3**, 798 (2014).

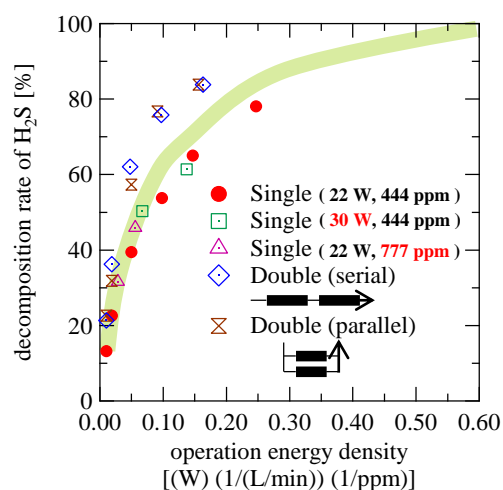


Fig. 1. Decomposition rate of H_2S as a function of operation energy density.