

パケットベッド放電と Claus 反応を用いた 消化ガスのハイブリッド脱硫特性の検討

Examination of desulfurization characteristics of digestion gas using packed-bed dielectric barrier discharge and Claus reaction

室蘭工大, °高橋 一弘, 大隅 隆広, 上原 大知, 佐藤 孝紀

Muroran I. T., °K. Takahashi, T. Osumi, D. Uehara, and K. Satoh

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

1. はじめに

下水処理過程で発生する有機汚泥をメタン発酵させることで得られる消化ガスは, $\text{CH}_4 : \text{CO}_2 : \text{H}_2\text{S} =$ 約 60% : 約 40% : 数百 ppm で構成される可燃性ガスであり, 都市ガスの半分程度の発熱量 (約 22 MJ/Nm³) を有することから, 発電の燃料等に利用されている。しかし, 消化ガスに含まれる H_2S は毒性と腐食性を有し, 燃焼によりさらに毒性の高い SO_2 に転化されるため, 消化ガスの利用には前処理として脱硫が不可欠である。

これまでに筆者らは, パケットベッド放電 (PB-DBD) を用いた模擬消化ガスの放電脱硫特性を調査し, H_2S 除去率が作用エネルギー密度に依存すること, および H_2S 除去特性が誘電体ペレットに依存することを報告してきた^[1,2]。また, ペレットとして Glass ボールを用いた時に SO_2 が生成され, 0.5 L/min 以上のガス流量においては, ガス流量の減少に対して SO_2 濃度が増加することが明らかになった^[3]。前述のように, SO_2 の生成は望ましくなく, 処理が必要となる。 SO_2 は, Al_2O_3 などの触媒存在下で, (1)式に示すように H_2S と反応し, 原子状硫黄を生じること (Claus 反応) が知られている。



したがって, Glass ボールを用いた PB-DBD 処理後のガスに対して Claus 反応を誘起させることで SO_2 の処理と H_2S 除去率の向上が期待できる。ここでは, Glass ボール充填リアクタの後段に Al_2O_3 ボール充填リアクタを設置して模擬消化ガスの脱硫を行い, PB-DBD と Claus 反応のハイブリッド脱硫特性を調査した結果について報告する。

2. 実験装置および方法

放電リアクタは, ガラス管 (外径φ22 mm×内径φ20 mm×長さ250 mm) の中心にステンレス製棒電極 (直径φ2 mm) を挿入し, ガラス管外周にアルミ製網目状電極 (幅130 mm, 線径φ0.29 mm, 16 mesh) を巻き, Glassボール (直径φ2.5-3.5 mm) および Al_2O_3 ボール (直径φ2.85-3.2 mm) を充填したものである (以下, Glass リアクタおよび Al_2O_3 リアクタとそれぞれ記す)。Glass リアクタを1本あるいは2本並列に接続したものの後段に Al_2O_3 リアクタを設置する。ガス組成を $\text{CH}_4 : \text{CO}_2 : \text{H}_2\text{S} = 60 : 40 : 0.05\%$ とした模擬消化ガスを全流量が1.0および4.0 L/minとなるように放電リアクタ内にフローさせ, インバータ駆動ネオトランスを用いて電極間に交流高電圧を印加し, それぞれのリアクタで

PB-DBDを発生させる。このとき, 各リアクタへの供給電力を22 Wで一定とする。リアクタのオフ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 (Agilent 製, 490 micro GC) を用いて H_2S 濃度を測定する。

3. 実験結果

Fig. 1 は各条件における作用エネルギー密度に対する H_2S 除去率を Glass リアクタおよび Al_2O_3 リアクタの脱硫特性と併せて示す。全流量を 4.0 L/min とした場合, 脱硫特性が Al_2O_3 リアクタのそれと比べて同程度あるいは低くなるのがわかる。一方, 全流量を 1.0 L/min とした場合, 脱硫特性が Al_2O_3 リアクタのそれよりも向上することがわかる。これは, 流量を小さくすることで, SO_2 濃度が増加し, Al_2O_3 リアクタにおける Claus 反応の H_2S 除去への寄与が大きくなったためだと考えられる。したがって, Glass リアクタの本数や流量を変化させることで, 脱硫特性の最適化が可能であると考えられる。

謝辞

本研究は月島機械株式会社の助成を受けて実施されたものである。

参考文献

- [1] 西岡 他: 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集, 06-100 (2016).
[2] 細井 他: 平成 28 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会 講演論文集, pp.216-217 (2016).
[3] 大隅 他: 平成 30 年電気学会全国大会 講演論文集, pp.141-142 (2018).

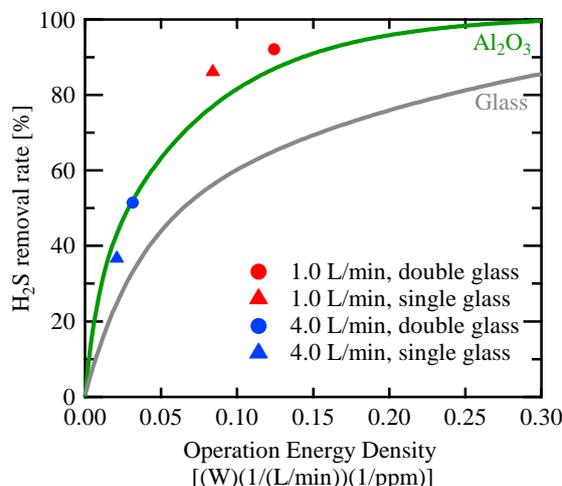


Fig. 1. H_2S removal rate as a function of OED.