

光触媒反応装置を用いた消化ガスの脱硫処理に関する研究

岩手大学 学生会員 ○遠藤大祐

岩手大学 正会員 石川奈緒 伊藤歩 海田輝之

1. はじめに

汚泥の嫌気性消化に伴い消化ガスが発生する。消化ガスはその主成分であるメタンや二酸化炭素に加えて、一般に 200～800ppm の硫化水素 (H_2S) を含んでいる。そのため、消化ガスを無処理のまま燃焼すると、消化ガスに含まれる硫化水素 (H_2S) と酸素 (O_2) が反応して硫酸が生成され、関連設備の腐食を引き起こす。通常は、脱硫方法として酸化鉄 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) を用いる乾式法が用いられるが、廃脱硫剤が発生する。これは産業廃棄物として処分されている。そこで廃脱硫剤の発生しない光触媒を用いた脱硫効果について連続実験により検討した。

2. 実験材料

本研究に用いた光触媒材料は、二酸化チタン (TiO_2) (1 mm×49 mm×100 mm) である (写真-1)。

反応容器としては、光触媒材料の性能評価試験のためのものと、光触媒の表面積と反応容器体積の比率を改善したものの2種類を用いた。前者は、本体がアクリル製で、上部に紫外線が透過するホウケイ酸ガラス (パイレックス) 製の光触媒評価試験リアクター (容積約 450 cm^3) を用いた (写真-2)。 TiO_2 の板 2 枚を反応容器内に設置し、パイレックスガラスで蓋をした。実験に使用した試験ガスは、硫化水素と窒素ガスの混合ガスである。混合ガスの H_2S の濃度は 1012ppm である。紫外線の光源としては低圧水銀ランプ (ピーク波長:310~320 nm、紫外線強度:1.9 mW/cm^2) (写真-3) を使用した。後者の装置は図-1 と写真-2 に示す。光反応効率を上げるため円筒形の二重管型反応器で、二重管外側の内壁に二酸化チタンがコーティングされている。内側の管は紫外線が透過できるパイレックス製のガラスで、内側に殺菌ランプ(ピーク波長:253.7 ppm)が挿入されている。こちらの装置では実際の消化ガスを用いて実験した。消化ガスの各成分は H_2S については検知管、 CH_4 、 CO_2 、及び H_2 についてはガスクロマトグラフィーを用いて測定を行った。

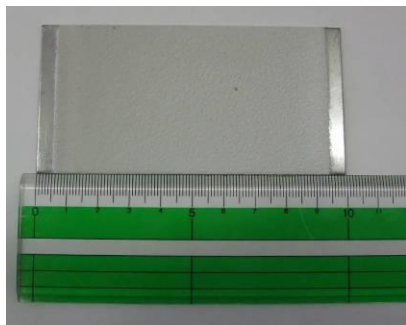


写真-1 光触媒材料



写真-2 反応容器

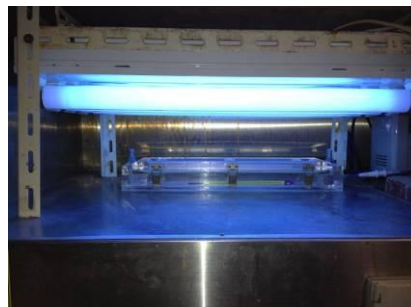


写真-3 低圧水銀ランプ

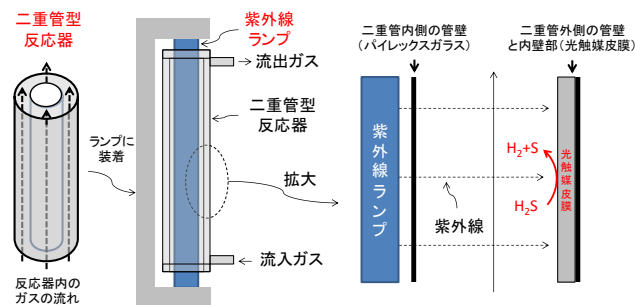


図-1 円筒型反応装置



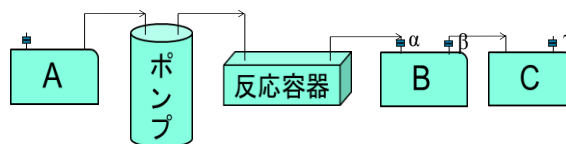
写真-4 円筒型反応装置

キーワード 光触媒 硫化水素

連絡先 岩手大学 (盛岡市上田 4-3-5 TEL・FAX 019-621-6449)

3. 実験方法

まず、連続式の実験装置を図-2に示す。図-2のように全てのコックを閉めた状態でアナリティックバリアバッグと反応容器をタイゴンチューブで繋ぎ、Aに封入された試験ガスを α のコックを開けてポンプを用いてBのバッグまで流した。次に、Bのバッグ内に試験ガスがある程度溜まった後にポンプを止め、 α のコックを閉めて、Bのバッグへの空気の流入を防ぐために、Bのバッグ内の試験ガスをCのバッグに移動させた。そして、 β のコックを閉め、 γ のコック口から試験ガスを採取した。Cのバッグ内の硫化水素濃度がAのバッグ内の硫化水素濃度と同程度になるのを確認した後、紫外線を照射して光触媒連続反応実験を開始し、経時的にガスの採取及び濃度の測定を行った。



A、B、C: アナリティックバリアバッグ
■ α 、 β 、 γ : コック

図 - 2 連続式の実験装置

測定は、アナリティックバリアバック（1L）に窒素ガス100ml入れ、マイクロシリンジを用いて反応容器内から試験ガス0.5mlを採取して200倍希釈を行った。その後、検知管（ H_2S 検出濃度範囲:1~6 ppmまたは0.2~2 ppm）を用いて希釈ガスの硫化水素濃度を測定し、その濃度に希釈率を乗じたものを容器内のガス濃度とした。

4. 実験結果

図 - 2 は光触媒材料の性能評価試実験の異なる滞留時間での硫化水素濃度の経時変化を示す。 H_2S の初期濃度は1012 ppmであり、紫外線を照射している時間帯では、滞留時間に関わらず、時間の経過とともに硫化水素濃度が減少していることがわかる。また、滞留時間の長いものほど硫化水素濃度が減少している。紫外線を照射し始めてすぐに一定の硫化水素濃度まで減少するが、そのあとは濃度が安定することが分かった。本実験では、光触媒材料の触媒活性の持続性を評価するために行ったが、1000 時間を超えても触媒活性は持続した。

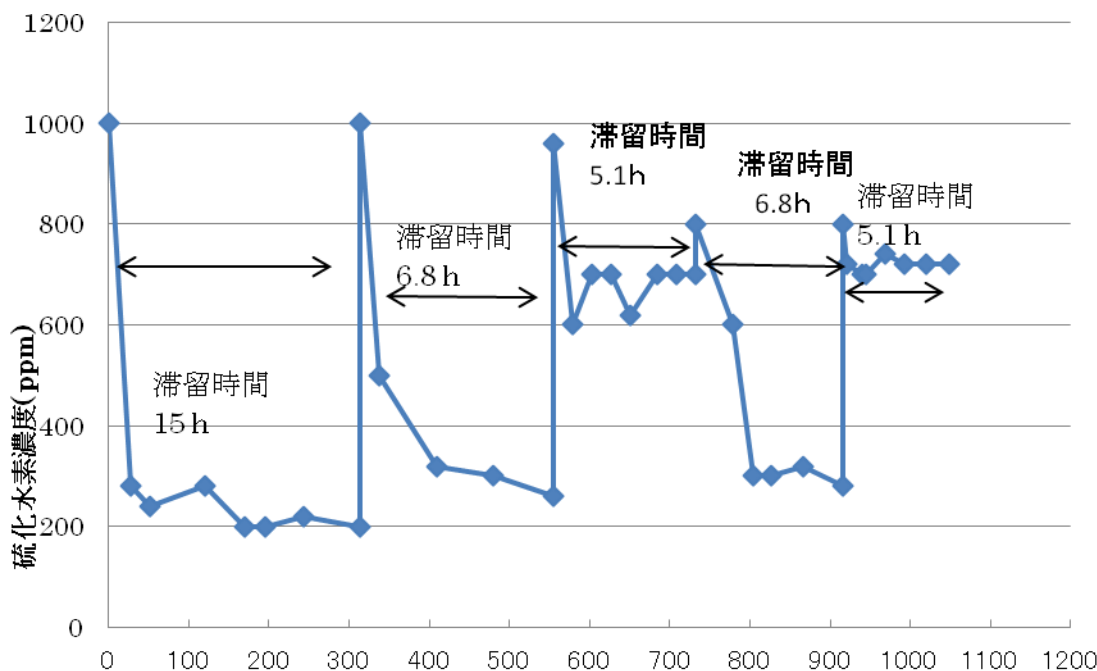


図 - 2 光触媒材料の性能評価試験における硫化水素濃度の経時変化

5. まとめ

硫化水素濃度は、滞留時間が長いものほど減少することがわかった。また、硫化水素の減少は紫外線を照射してすぐに見られた。以上のことより光触媒を用いた消化ガスに含まれる硫化水素除去の可能性が示された。現在、実際の消化ガスを用いた実験を実験中である。