

## 硫化水素センサを利用した臭気監視・制御装置

長尾信明\*、重見弘毅\*、丸岡礼治\*\*

栗田工業株式会社

\* 研究開発本部 制御システムグループ  
神奈川県 厚木市 森の里 若宮7-1

\*\* 薬品事業部 事業管理本部 技術二部  
東京都 新宿区 西新宿 3-4-7

### 概要

下水およびし尿処理場等の汚泥処理施設の作業環境改善や、処理場周辺の住環境臭気対策を目的として、消臭剤注入設備・硫化水素センサ・硫化水素濃度制御ユニットから構成される臭気監視・制御システムを開発した。本システムにより、現場の硫化水素濃度の常時監視や、環境に応じた硫化水素濃度の任意制御を可能にした。

このシステムを現場に適用した結果、硫化水素濃度50ppmの環境を0.1~10ppmの範囲で任意に制御できる事を確認した。また従来の手動薬注方法に比べ、消臭剤注入量を30%程度節約できる事も確認したので、それらの内容につき報告する。

### キーワード

臭気監視、臭気制御、薬注設備、H<sub>2</sub>Sセンサ、消臭剤

#### 1. はじめに

汚泥処理工程における悪臭は、硫黄系物質（硫化水素・メチルメルカプタン・硫化メチル・二硫化メチル等）が主成分であり、なかでも硫化水素（以下H<sub>2</sub>Sという）とメチルメルカプタン（以下MMという）がそのほとんどを占めている。臭気管理においてはこの2物質を抑制することが主要課題となる。

また、脱水機周辺における作業環境基準（労働安全衛生法酸素欠乏症予防規則）として、H<sub>2</sub>S濃度10ppm以下が規定されており、従来の現場におけるH<sub>2</sub>S濃度管理法としては現場担当者が定期的に現場を巡回してH<sub>2</sub>S濃度を計測し、その濃度に応じて消臭剤注入量を手動調整する方法がとられている。H<sub>2</sub>S濃度管理が自動化されない理由は、高濃度のH<sub>2</sub>Sガスを連続計測できるセンサがなく、H<sub>2</sub>Sの発生を所定の濃度以下に制御できる自動薬注装置がないことであった。

また、H<sub>2</sub>S処理のための消臭剤としては一般に金属塩（亜鉛、鉄等）が多く用いられるが、H<sub>2</sub>Sよりも臭気強度の強いMMに対しては処理効果が少ない。

一方弊社が保有する酸化剤系消臭剤（以下消臭剤Kという）は、臭気的主要成分であるH<sub>2</sub>SとMMの両方に処理効果があり、特に臭気強度の強いMMに対する処理効果が高いという特徴を持っており、H<sub>2</sub>Sの濃度管理を行うことで効果的な臭気処理対策が可能になる。

そこで現場作業環境における臭気の自動管理を目的にH<sub>2</sub>S濃度の連続計測と消臭剤Kの自動注入を行う制御システムを構築し、実験を実施した。

本報告では、薬注制御装置の構成と、実際の現場実験に基づいた脱水機周辺の作業環境改善効果について述べる。また、廃水中の硫化物濃度の連続計測機構を考案し、上記薬注制御装置と組み合わせた水中硫化物の計測・制御実験も行ったので、併せて報告する。

## 2. 制御装置の概要

図-1に薬注制御装置の構成図を示す。

装置は、現場の臭気ガスを収集し計測するガスサンプリング部と、計測値より薬注量を算出する演算部、および計測値の表示や薬注ポンプ制御を行う出力部で構成している。

H<sub>2</sub>S濃度を計測するセンサは、定電位電解型 H<sub>2</sub>Sセンサを使用した。

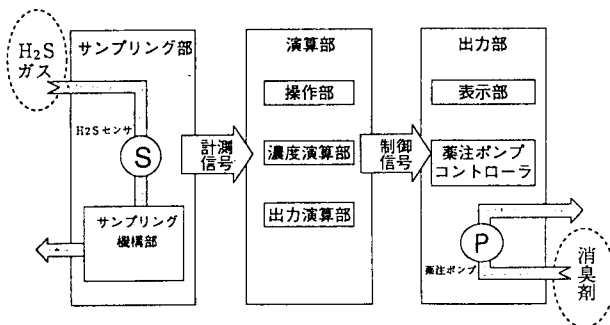


図-1 薬注制御装置構成図

### 2.1 計測機構

計測部は、現場臭気ガスを現場に設置したサンプリング口で採取し、テフロン製の配管を経て装置内のサンプリング部に導き、センサ(S)で計測した後排気する。

連続計測を可能とするため、以下の改善を行った。

- ① 計測に使用した定電位電解型センサの高濃度負荷に対する検知特性を改善した。
- ② サンプリング部に、逆洗機構（ガス流路方向を逆転する機構）を設け、高湿度の臭気ガスサンプリング時に配管内に溜まる水滴を除去する。

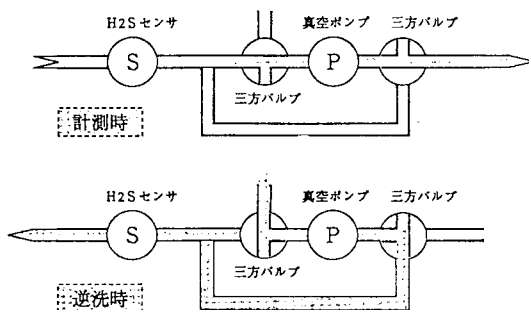


図-2 サンプリング機構図

図-2はサンプリング部の機構を示す。演算部からの指令で二つの三方バルブを動作させ、ガス流路方向を逆転させることで逆洗を行う。

### 2.2 制御機構

制御部は、マイクロコンピュータを中心とした制御ボードで構成している。

薬注量は、計測されたガス濃度の平均値に対し次式を用いた比例演算で算出する。

$$S = P \times (A - O) + Y$$

S：薬注量（出力値）

P：比例係数

A：H<sub>2</sub>S濃度の移動加算平均値

O：制御目標濃度

Y：基準薬注量

## 3. 適用試験結果

### 3.1 ベルトプレス脱水機への適用試験

図-3にベルトプレス脱水機を対象とした実験システムフロー図を示す。脱水機周辺の4点からH<sub>2</sub>Sガスをサンプリングし、最も高い濃度を自動的に選択してそれに対応した薬注量を算出し制御を行っている。消臭剤の注入は凝集反応槽に対して行った。

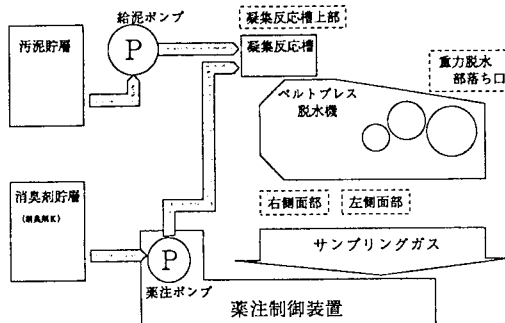


図-3 実験システムフロー図

(1) 現場臭気計測状況

現場で採取した臭気ガスのガスクロマトグラフ分析により、臭気成分濃度を調査した結果、 $H_2S$ 濃度の減少に伴い臭気濃度が低下（図-4）することから  $H_2S$ 濃度による臭気濃度の管理が可能となることを確認した。

(2) センサの計測特性

一定濃度の  $H_2S$ ガスを簡易型の標準ガス発生装置で発生させ、センサ出力の変化を確認した。センサの計測出力が±10%以上変動している場合は、センサ感度の調整を実施することとし、計測出力変動チェックを1回/月実施した。

結果として、計測精度±10%以内の計測精度を11カ月間維持した（図-5）。但し試験開始後五カ月目にセンサ精度が劣化したため感度調整を実施し、継続して実験を行った。

このことから、5~6カ月に1度のセンサ校正により、長期に渡る  $H_2S$ 濃度の連続計測が可能であることが確認できた。

(3) 汚泥からの  $H_2S$ ガス発生量の変化

汚泥からの  $H_2S$ ガス発生量の変化をヘッドスペース法（注）で調査した結果を図-6に示す。季節変動により無薬注時の  $H_2S$ 発生量は200~1000ppmの範囲で変化しており、消臭剤Kを150ppmで定量薬注した場合には  $H_2S$ 濃度が約1~20ppmの範囲で変動することが判明した。

（注）所定の汚泥を密閉容器に採取し、一定の攪拌条件で発生した容器内のガス濃度を測定する方法

(4) 薬注制御による  $H_2S$ ガス発生量の変化

上記汚泥に対し自動制御を実施した。制御目標濃度を4月から9月中旬までを6ppm、9月中旬から12月までを3ppmに設定した。

$H_2S$ ガスのサンプリングは、図-3に示す通り攪集反応槽上部、重力脱水部落ち口、脱水機の右側面部および左側面部で行い、このなかでも比較的高い  $H_2S$ 濃度を記録した脱水機右側面部の平均濃度を目標濃度の±1ppm以内に維持できることを確認した（図-7）。

また、 $H_2S$ 濃度の変動は、目標とした6ppmおよび3ppmの±30%以内に制御できることを確認した。

試験期間中における薬品使用量の変化を調査した結果では、手動薬注運転に比べ約30%の薬品使用量の低減が図れることがわかった。

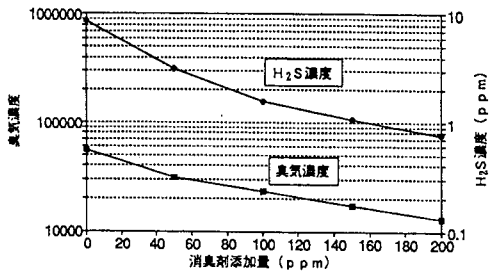


図-4  $H_2S$ 濃度と臭気濃度の関係  
(消臭剤K使用時)

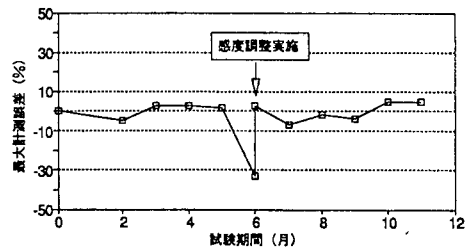


図-5  $H_2S$ センサの経時特性  
(計測精度変動)

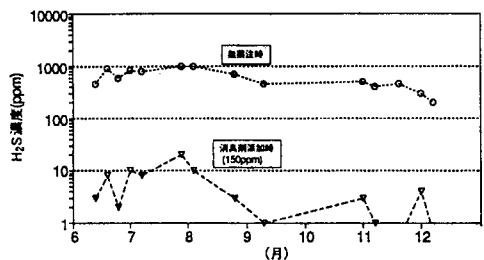


図-6  $H_2S$ ガス発生濃度の変化  
(ヘッドスペース法)

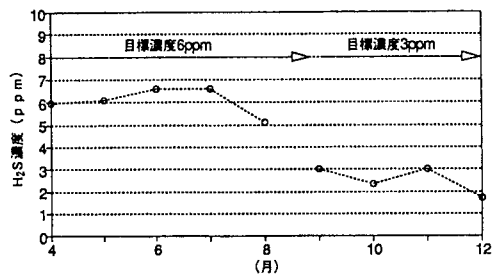


図-7 脱水機右側面部の濃度推移

### 3.2 遠心脱水機への適用試験

遠心脱水機を対象とした消臭制御試験では、最も高い H<sub>2</sub>S 濃度を示した脱水ケーキ排出口下部（ベルトコンベア上部）における3カ月の連続計測を行い、1回/1分/1時間の逆洗頻度で、湿度90%以上の環境でも計測精度±10%の計測が問題なく実施できることを確認した。

また脱水ケーキ排出口下部の H<sub>2</sub>S 濃度を 0.1、0.2、0.5 ppm に制御する自動薬注制御試験を実施し、各目標濃度の±0.1 ppm 以内に H<sub>2</sub>S 濃度の発生を制御できることが確認できた。

### 3.3 廃水中の溶存硫化物濃度計測試験

一定容量の密閉された計測槽を持ち、これに導いた廃水中の溶存硫化物を連続的に H<sub>2</sub>S ガスとして抽出する水中溶存硫化物濃度計測装置（図-8）を製作した。廃水を送泥ポンプにより連続的に計測槽に送り、pH を 4 に自動制御することで溶存硫化物を H<sub>2</sub>S ガスとして発生させ計測することにより、溶存硫化物濃度をモニタすることが出来る。

化学廃水を対象に実施した計測実験では、廃水中の硫化物濃度が高いため、160倍の濃度に自動希釈する機構を付加して連続的に計測を実施した。その結果、水中硫化物濃度と計測出力が直線関係となることを確認した（図-9）。

また排水中の硫化物除去を目的に、溶存硫化物濃度に応じた消臭剤の自動薬注制御試験を実施した結果、処理水中からは硫化物が検出されず、安定した処理効果が確認できた。

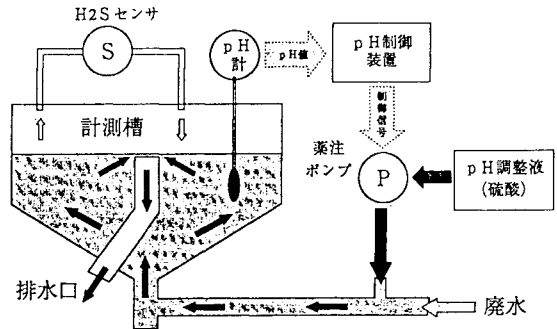


図-8 溶存硫化物濃度計測装置

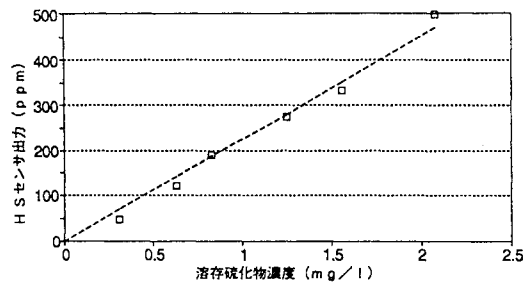


図-9 溶存硫化物濃度計測特性  
(160倍希釈時)

## 4. 実験結果のまとめ

- (1) H<sub>2</sub>S センサは、5～6カ月に1度のセンサ校正により、±10%以内の安定した H<sub>2</sub>S 濃度の連続計測が可能であることを確認した。  
ベルトプレス脱水機や遠心脱水機等への適用においても安定した計測結果を示しており、本装置は脱水機周辺の作業環境の H<sub>2</sub>S 濃度監視装置として適用できることを確認した。
- (2) 比例薬注制御により、現場が要求する任意の H<sub>2</sub>S 濃度にあわせた消臭剤注入制御が可能である。  
制御濃度範囲としては0.1～10 ppm で、制御濃度変動幅は±30%または0.1 ppm 以下の制御精度を得た。
- (3) 水中溶存硫化物濃度計測装置を開発し、発生させた H<sub>2</sub>S 濃度と溶存硫化物濃度に直線関係のあることを確認した。

## 5. おわりに

現場で発生する H<sub>2</sub>S 濃度に対応して消臭剤Kの注入量を制御する事で、臭気を任意に制御できることを確認した。今後は本システムの汚泥処理以外への適用拡大と悪臭防止に関わる他の臭気成分に対応した監視制御装置の開発が必要と考えている。

### <参考文献>

- 1) 丸岡礼治 他、”硫化水素センサを利用した消臭剤の自動薬注システム”、第6回臭気学会(1993)