

光触媒式空気浄化装置による腐食ガス対策の実例

○佐藤 隆史, 野口 寛, 鈴木 輝満, 安保 輝久

(株)明電舎 装置事業部技術開発部制御装置開発課(〒410-8588 静岡県沼津市東間門字上中溝 515 番地
E-mail:satou-tak@mb.meidensha.co.jp)

概要

都市下水処理場内の汚泥処理施設において、内部が繋がった列盤3面の盤内に光触媒式空気浄化装置を設置し、硫化水素や二酸化硫黄等のガス除去による腐食防止効果を調べた。金属試験片の暴露から環境中の一ヵ月のガス濃度を調べた結果では、盤外の硫化水素濃度の平均値が 320~420ppbであったのに対して、浄化装置を運転した盤内では平均濃度が6~12ppbとなり、ガス平均濃度が顕著に低下した。また、低濃度用硫化水素濃度計による環境モニタの結果でも、盤外のガス濃度は 0~100ppb 以上と大きく変動して変化していたが、浄化装置を運転した盤内はほぼ 10ppb 以下に保たれていた。これらのことから、実施設において、光触媒式空気浄化装置の設置によって盤内環境が良好に維持できることが示された。

キーワード: 光触媒、腐食性ガス、硫化水素、汚泥処理施設、硫化水素濃度測定

1. はじめに

下水処理場内で発生する硫化水素や二酸化硫黄などのガスは、電気部品などの腐食を引き起こし、機器の寿命を短くするなどの問題を引き起こしている。腐食性ガスに対する対策は発生源から腐食する機器に至るまでいろいろな方法がとられてきたが、決定的な対策がないのが現状である。

我々は、腐食ガス除去を目的として光触媒式空気浄化装置を開発してきた。これまで、密閉型の配電盤に適用することで、腐食防止の性能面や維持管理費用面で効果があることが実証されている^{1),2)}。本研究では、都市下水処理場内の汚泥処理施設において、運用中の制御盤に光触媒式空気浄化装置を設置し、金属試験片による腐食環境評価法と高感度毒性ガスモニタによるガス測定によって、光触媒式空気浄化装置による腐食環境の改善効果を調べたので報告する。

2. 試験方法

2.1 試験設備

試験は、都市下水処理場の汚泥濃縮機室内で行った。内部に仕切り板のない列盤3面(Fig.1)に、光触媒式空気浄化装置を1台または2台設置した。盤寸法は、幅が左側から700, 700, 1000, 高さ1950, 奥行840 mmであり、盤容積は3面全体で3.93 m³であった。光触媒式空気浄化装置には明電舎製空気浄化装置 CL-400(Fig.2)を用い、盤内空気を循環して浄化した。

空気浄化装置の運転条件は、①運転停止、②1台標準運転、③1台強運転、④1台省エネ運転、⑤2台標準運転の5通りとした。標準運転と強運転は風量の異なる運転モードで、標準運転では1.0m³/分/台、強運転では1.3m³/分/台となっている。また省エネ運転は、光を間欠照射するモードで、風量は標準運転と同じ1.0m³/分/台となっている。

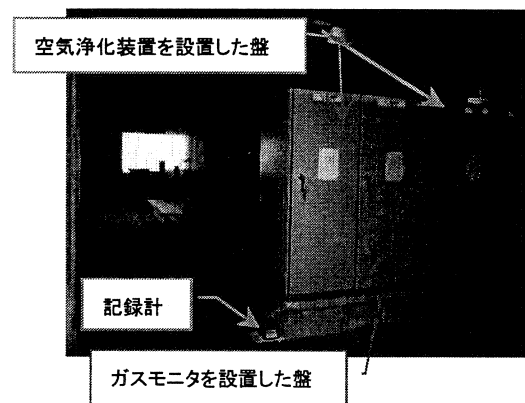


Fig. 1 Control panels for the field test in the sludge treatment facility

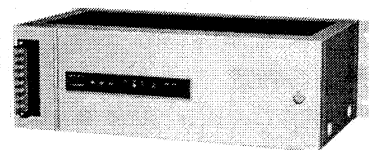


Fig. 2 The photocatalytic air purifier.

2.2 盤の仮補修

空気浄化装置によって盤内の腐食性ガスを効率よく除去するためには、盤外から盤内へのガスの進入を防止することが重要で、盤の密閉度をある程度確保しながら、内部の空気を循環して腐食性ガスを除去することが必要となる。今回試験を行った盤では、下部のケーブル引き込み口に大きな隙間があったので、試験実施あたり盤内のケーブル引込口のすき間をテープでふさぎ、ケーブルもシール材で補修した(Fig.3)。その他、扉の隙間等については特別な処置は行わなかった。

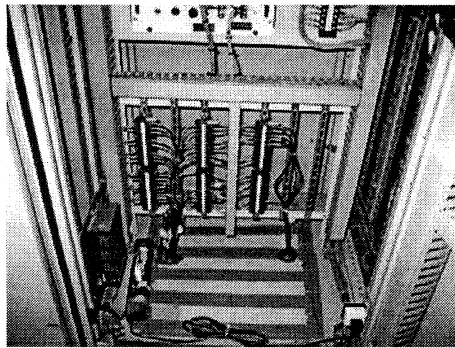


Fig. 3 Inner view of the control panel.

2.3 環境測定

硫化水素ガス濃度の測定方法は、検知管を用いた測定が利用されている。しかし、検知管では長期の測定データを得るために人が常駐する必要があること、ppb一桁の低濃度域での測定ができないことなどから、本研究では次の2つの方法を利用した。

(1) 金属試験片によるガス濃度月平均値の測定

盤内および盤外のガス濃度の月平均値を得るために、金属試験片の暴露試験を行った。金属試験片には富士通コーコ製、エコチェッカを利用した。5種類の金属の試験片がセットされた小型プラスチックケースを測定場所の空間に30日間吊し、回収後の腐食膜の生成量から環境中のガス濃度推定値を得た。測定値は、亜硫酸ガス、硫化水素ガス、塩素系ガスの3成分である。

(2) 高感度毒性ガスモニタによる硫化水素測定

金属試験片による環境評価では一ヶ月間の平均値しか得られない。腐食環境の経時変化を調べるために、高感度ガスモニタ(理研計器製、FP-300、検知範囲0~100ppb)を利用した。盤内と盤外に高感度ガスモニタを設置し、硫化水素濃度を連続測定した。

2.4 腐食環境の判定

腐食環境の判定は米国計測機器協会(ISA)規格に準拠した(Table 1)。環境改善の目標は、ISA規格のG2レベル以下とした。

Table 1 Classification of corrosion environment by (ISA S71.04_1985)

ガス種別	腐食環境のクラス分け			
	G1	G2	G3	GX
硫化水素	≤3	≤10	≤50	>50
亜硫酸ガス	≤10	≤100	≤300	>300
塩素系ガス	≤1	≤2	≤10	>10

[単位: ppb]

G1	腐食は機器の信頼性の決定的要因とはならない。
G2	測定可能な腐食の影響により信頼性が低下する可能性がある。
G3	腐食による被害が起こる確立が高い。
GX	特別に設計、包装された機器でなければ使用に耐えられない。

3. 結果と考察

3.1 ガス濃度の月平均値

30日間暴露した金属試験片の分析から推定した環境中のガス濃度平均値をTable 2にまとめて示した。

盤外の硫化水素濃度は、暴露期間中の月平均で320~420ppbにあった。亜硫酸ガスは1~7ppbとわずかな濃度であるが検出された。硫化水素濃度から判定した環境レベルは、ISA規格のGXレベルにあり、腐食が著しく進行する環境となっていた。

盤内の硫化水素濃度は、空気浄化装置の運転停止条件では、月平均で50~60ppbであった。ISA規格による判定では、盤内もGXレベルにあり、浄化装置の停止状態では腐食が進行しやすい環境にあった。

空気浄化装置の2台標準運転の条件では、盤内の硫化水素濃度は6~12ppbであった。ISA規格ではG2レベルの腐食の影響がややあるレベルと判定された。空気浄化装置を停止した条件と比較すると、濃度値は5分の1程度以下まで低下しており、浄化装置の運転によって盤内環境を改善することができた。

Table 2 The average of the concentration of H₂S, SO₂ and Cl₂ gasses measured by coupon test method.

ガス種別	盤外 (濃縮機械室)	盤内	
		運転停止	2台標準運転
硫化水素	320~420	50~60	6~12
亜硫酸ガス	1~7	0~5	0~5
塩素系ガス	0~5	0~5	0~5

[単位: ppb]

3.2 硫化水素濃度の経時変化

5通りの運転条件で空気浄化装置を運転したときの各測定期間中の盤内および盤外の硫化水素濃度の経時変化を調べた結果をFig.4に示した。

Fig. 4の各グラフでは、盤外の硫化水素濃度には時間的な変動が見られ、0から100ppbを超える範囲で大きく変動していた。測定器の上限値100ppbを超えることも多々あった。濃縮機械室内の腐食環境は時間単位で変化していたことがわかる。

Fig. 4①の浄化装置を停止した条件では、盤内の硫化水素濃度は、盤外の濃度変化に追従していた。このことから、盤外から盤内に硫化水素ガスが侵入していると推察された。測定期間中の盤内の平均濃度は16.3ppbで、ISA規格ではG3レベルの腐食被害が起こりやすい環境と判定された。

Fig.4②の空気浄化装置を1台、標準運転とした場合には、盤内の硫化水素は運転停止期間中に比べて顕著に減少した。測定1日目の22時前後に一時的に40ppbまで上昇することがあったが、測定期間中の盤内平均濃度は1.7ppbとなり、G1の良好な環境レベルと判定された。

空気浄化装置1台で、運転モードを強運転あるいは省エネ運転とした場合には、標準運転の場合と比較して盤内濃

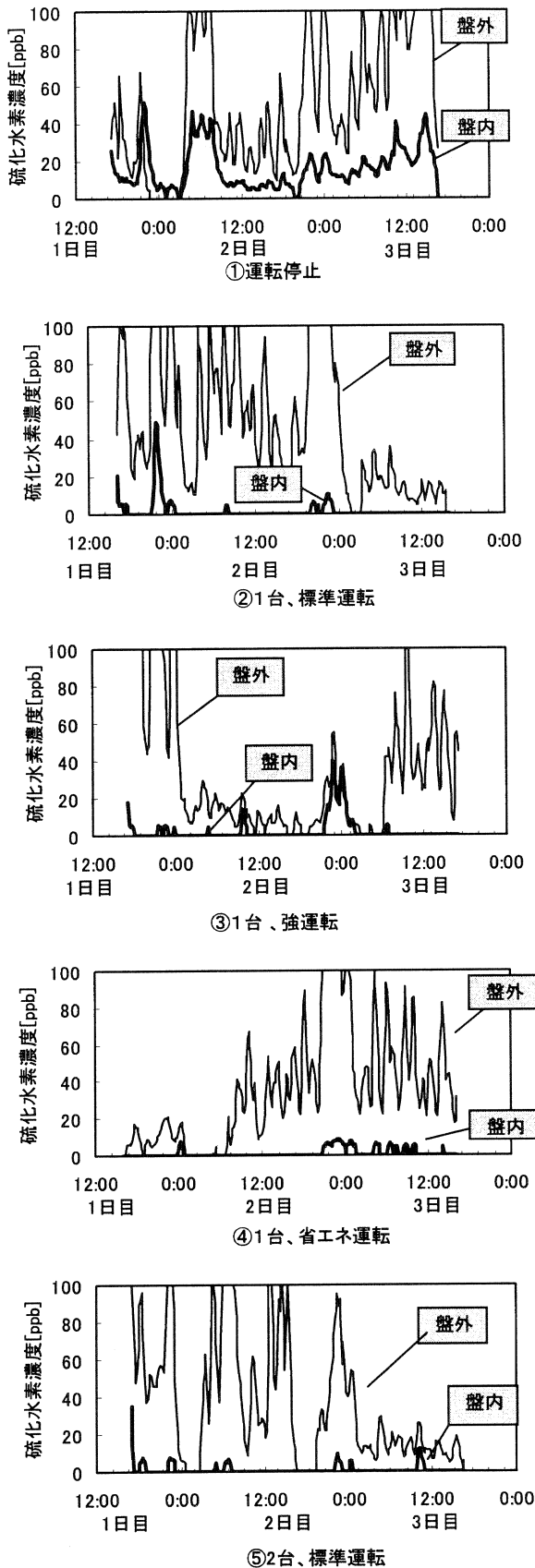


Fig. 4 Variation of the H₂S concentration in and out of the control panels during test period..

度の経時変化に大きな差は認められなかった(Fig.4③、④)。光照射を間欠とした省エネ運転でも高い浄化性能が発揮されていた。これは、光照射がなくても光触媒の吸着能力によってガスを除去することが可能で、光照射時に吸着したガスを分解することで浄化性能が発揮されると考えられた。

浄化装置を2台標準運転した場合、盤内濃度は10ppb以下の低い値に維持されていた(Fig.4⑤)。盤内の平均ガス濃度は0.9ppbであり、腐食の影響はG1レベルを保っていた。1台運転の場合と顕著な差は認められなかった。

以上の結果から、今回の条件下では制御盤3面(3.93 m³)に対し、浄化装置1台で硫化水素ガスの低減に効果があることがわかった。

4. 環境評価法について

今回の試験では、金属試験片とガスモニタの2種類の方法で、腐食性ガスの測定を実施した。それぞれの方法による環境評価は次のようなメリットが考えられた。

(1) 金属試験片による測定

小型、軽量のため、設置、取り扱いが簡単で、電源や配線が不要なので手軽にガス濃度を測定することができた。また、ガスモニタでは、1種類のガス濃度しか測定できないが、この方法では腐食原因となりやすい3種類のガス濃度が測定できるメリットがあった。フィールドで初めてガス測定を行う場合や、複数箇所の測定を行う場合、本方法が有効と考えられた。

(2) 高感度毒性ガスモニタによる硫化水素測定

従来、環境評価において検知管によりガス濃度を測定していたが、今回のようにガス濃度の経時変化が大きい環境では、検知管によるスポット測定では、環境の変動を十分に捉えることができない。下水処理場などで腐食対策を行う場合、1週間程度の連続した濃度変化を捉える必要があることが分かった。また、汚泥脱水機などの機器の運転状態と硫化水素ガス濃度を同時に測定すれば、機器との関連を推測することができると考えられた。

5. まとめ

盤にガス流入を防止する補修をした上で、光触媒空気浄化装置を盤内に設置することで、濃縮機室内の硫化水素濃度が0~100ppb以上と変動する環境中でも、盤内の平均硫化水素濃度を平均3ppb以下に低下させることができ、良好な環境に保たれることが確認された。なお、光触媒式空気浄化装置は東京都下水道サービス(株)との共同研究の成果であり、ここに謝意を表する。

[参考文献]

- 1) 三浦, 他, 第41回下水道研究発表会予稿集, p.744 (2004)
- 2) 竹越, 他, 第42回下水道研究発表会予稿集, p.726 (2005)

環境システム計測制御学会事務局 御中

お世話になります。

明電舎の佐藤と申します。

第18回環境システム計測制御（EICA）研究発表会の発表論文を郵送します。

よろしくお願ひ致します。

明電舎 技術開発部 佐藤隆史

電話：055-929-4862