

繊維状担体を充填した生物脱臭法による 下水汚泥処理系高濃度臭気の脱臭

三菱化工機(株) ○中畑繁夫、高川恭敬

1. はじめに

住環境の快適さが問われる現在、住宅地域と下水処理場などの事業場がさらに近接する状況にあり、悪臭に対する人々の感受性は強くなってきている。悪臭の処理を微生物に依存した生物脱臭法は、従来の物理化学的脱臭法と比較して運転経費の経済性、容易な維持管理の面でその優位性が認められ、下水処理場などで実用化が進んできている。しかしながら本脱臭法は担体及び装置の構造から長期運転によって圧力損失が上昇する、フラッシングが発生するなどの問題があった。

そこで演者等は、圧損の上昇や閉塞のない高効率な生物脱臭装置の開発を行い、下水処理場汚泥処理系から発生する臭気への適用について若干の知見を得たのでその概要を報告する。

2. 生物脱臭装置の概要

生物脱臭装置の概略を図1に示した。本装置は主に、繊維状担体を充填した生物脱臭塔、臭気吸引ブロウ及び散水ポンプで構成されている。繊維状担体は表1に示した性状を有しており、従来の粒状担体などの充填方法を採用せず、充填層上部から固定材で本担体を吊り下げる方法で充填している。充填層は2段以上の多段構造となる。

原臭ガスは、ブロウで吸引され脱臭塔内の担体と上向流で接触する。処理ガスをさらに高次処理する場合は後段に活性炭吸着塔を設ける。本脱臭法には、微生物への水分供給及び悪臭物質分解産物の洗浄のために散水が不可欠である。散水は充填層上部から間歇的に施される。

3. 脱臭性能

3.1 パイロットプラントによる性能評価

(1) 実験方法

繊維状担体を充填した生物脱臭パイロットプラントをA下水処理場に設置し、本脱臭法の汚泥処理系高濃度臭気への適用を検討するために実験を行った。

表2に実験の概要を示した。原臭に消化汚泥貯留槽排ガスを、散水用水に二次処理水の砂濾過水をそれぞれ使用した。立ち上げに先立ち活性汚泥で植種し、表2の条件で通気運転を開始した。実験は10ヶ月間の連続運転とした。

(2) 結果及び考察

硫化水素に対して、運転開始後5日目から原臭の濃度変動によらず99.8%以上の安定した除去率が得られるようになった。硫化水素については、馴養期間は約5日間と判断できる。

脱臭性能が安定した後の硫化水素負荷量に対する除去速度を図2に示した。除去速度は負荷量の増加に追従し、 $36.4 \text{ mol/m}^3/\text{day}$

図1 生物脱臭装置概略

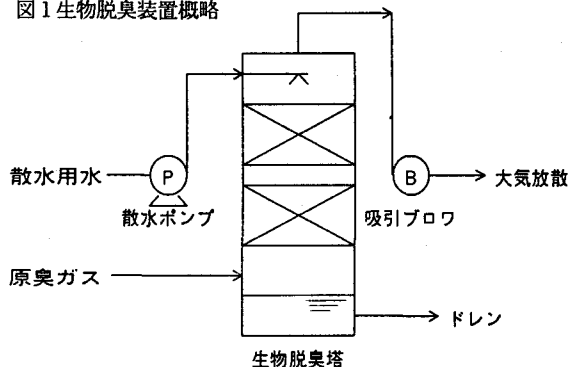


表1 担体の性状

形状	繊維状ループ型
材質	ポリプロピレン+ビニロン
比表面積	$1630 \text{ m}^2/\text{m}^3$
空隙率	96 %

表2 実験概要

脱臭塔	300φ×3000mm
充填高さ	1000mm×2段
処理風量	1.0 m^3/min
LV	0.24 m/sec
SV	425 h^{-1}
散水量 L/G	0.4 l/m^3

の硫化水素負荷に対して99.7%の除去率を示した。

次に、硫黄系悪臭物質の処理結果を表3に示した。メチルメルカプタン、硫化メチル及び二硫化メチルに対する除去性能は良好であり、80%以上の除去率が得られた。

冬期には外気温の低下に伴い原臭ガス温度も低下した。図3に低温期の硫化水素除去能に及ぼす原臭温度の影響を示した。低温下では負荷量の増加に伴い除去率が低下した。15℃以上では除去率の低下は認められない。

以上の結果から、本脱臭法によって汚泥処理系複合臭気の脱臭処理が可能であり、原臭温度が15℃以上であれば高い除去性能が維持できることがわかった。

平均圧力損失は3.2mmAq/mと低く、圧損の上昇が認められなかったことから、本装置は通気抵抗が小さく、閉塞などが生じないことが確認できた。

また、実験終了後に実施した担体の重量測定結果から、充填層の運転重量は200kg/m³程度で、装置の軽量化が見込まれた。

3.2 実設備

(1) 設備概要

実験結果にもとづき、B下水処理場汚泥処理系の脱臭計画に本脱臭法による実設備を設置した。本設備は汚泥濃縮槽を始めとする汚泥処理設備から発生する臭気を脱臭するものである。

図2 硫化水素負荷量に対する除去速度

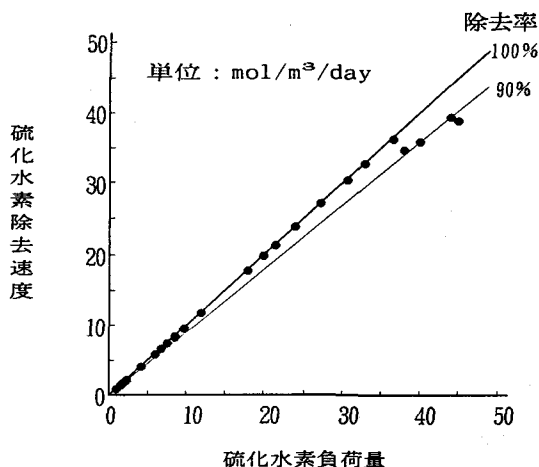


表3 硫黄系悪臭物質処理結果 単位:ppm

硫黄系悪臭物質	原臭ガス	処理ガス
硫化水素	5.6	0.005
メチルメルカプタン	0.031	0.0062
硫化メチル	0.13	0.0022
二硫化メチル	0.0053	0.00092

図3 硫化水素除去能に及ぼす原臭温度の影響

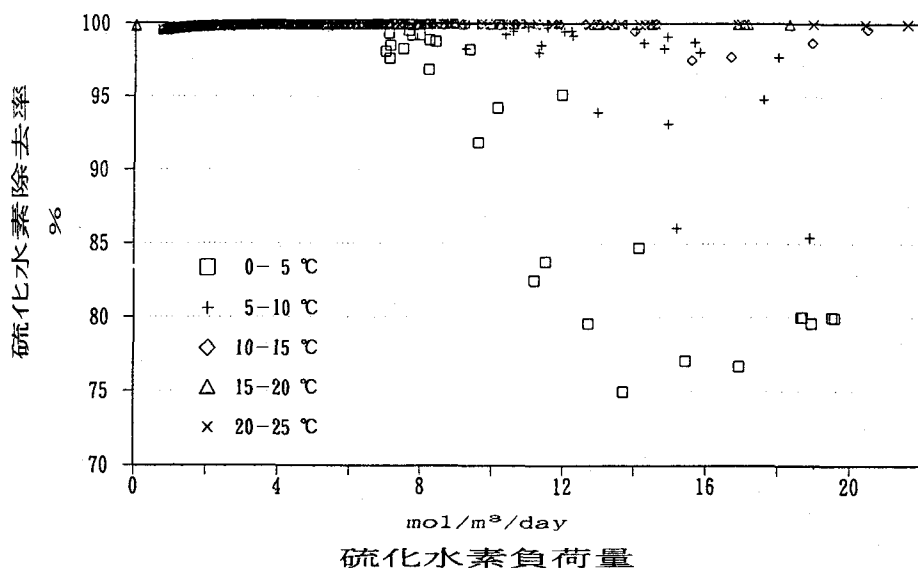


表4に本脱臭設備の仕様及び運転条件を示した。
脱臭塔はFRP製、各3段積層構造の2塔直列式で、
充填層は計6段である。本脱臭計画における原臭硫
化水素濃度は530ppmと高濃度であるため、実験で得
られた硫化水素負荷量からSV値を60h⁻¹とした。

散水用水には当初工業用水を使用した、78日
目から二次処理水に切り替えた。

立ち上げ時の植種は特に行わず、微生物の供給は
臭気及び散水に頼った。

(2)脱臭性能

植種及び散水などの条件から、脱臭性能の立ち上りは実験と比較して大幅に遅れた。運転開始から70
日目には硫化水素除去率が80%程度であったが、散水用水を二次処理水に切り替えた後、急激に除去率が
上昇した。80日目には330ppmの硫化水素を0.2ppm以下に除去し、99.9%以上の除去率が得られた。これ
は、二次処理水が工業用水と比較して、硫黄酸化細菌などの脱臭微生物の供給源となり得る、pH緩衝能
を有している、ある程度の水温を有している、などの面で脱臭性能の向上に有利な条件となったためと思
われる。その後、脱臭性能は安定し、硫化水素を高率に除去している。本設備の設計条件である530ppmの
硫化水素に対しても処理ガス濃度0.2ppm未満を満足しており、31.8mol/m³/dayの負荷に対し99.9%以上除
去していることになる。

次に、悪臭6物質の処理結果を表5に示した。
原臭の構成は硫黄系悪臭物質が主体である。除
去率は、硫化水素99.9%以上、メチルメルカプ
タン99.5%、硫化メチル94%以上で、硫化水素
以外の物質に対しても良好な除去性能が得られ
ていることがわかる。

冬期には原臭温度が10℃以下に低下したが、
脱臭性能の低下は認められなかった。

圧力損失は、各充填層1段当たり平均2.3mmA
qで低く抑えられており、これまでに上昇は認
められていない。

また、本設備に関し、薬剤の使用、充填材の交換は一切なく、メンテナンスフリーである。ただし散水
ドレンは、含有する硫酸イオンで酸性となり直接放流ができないため中和処理を必要とするが、下水処理
場などの場合は水処理系への返流で対応できる。

4. まとめ

以上から、繊維状担体を充填した生物脱臭装置は、

- ・原臭温度が15℃以上であれば高濃度の硫化水素を高速で安定して高率に除去することができる、
- ・原臭温度が10℃以下になる場合は、ある程度SV値を低下させることで安定した処理ができる、
- ・圧力損失が低いため省エネルギーであり、長期の運転でも圧損は上昇しない、
- ・充填層が軽量であるため、装置の軽量化が可能である、
- ・維持管理が容易である、

などの特徴を有していることがわかった。さらに、本装置が汚泥処理系の高濃度臭気に対して適用可能な
ことが実証された。

本装置によって下水処理場などの臭気対策における低コストで高速・大量の脱臭処理が可能となる。

表4 設備仕様及び運転条件

生物脱臭塔	形 式	2塔直列式
	寸 法	2500 ^W ×6700 ^H ×10500 ^D
材 質	充 填 層	FRP
	処理風量	2m×6段
運転条件	SV	100 m ³ /min
	散水量 L/G	0.2 m/sec
散水量 L/G	SV	60 h ⁻¹
	SV	1.0 l/m ³

表5 悪臭物質処理結果

悪臭物質	単位：ppm	
	原臭ガス	処理ガス
アンモニア	< 0.8	< 0.8
メチルメルカプタン	2.08	0.01
硫化水素	290	0.13
硫化メチル	0.18	< 0.01
二硫化メチル	< 0.01	< 0.01
トリメチルアミン	0.0008	< 0.0005