

担体利用生物脱臭システム に関する調査研究 (その2)

1. 研究の目的

環境白書(総括編,平成11年度版)によると,悪臭による苦情件数は,典型7公害の中でも騒音,大気汚染と並んで多く,臭気対策は環境保全の重要な課題となっている。

下水処理場の臭気は,立地条件によって大きな差がある。なかでも汚泥処理系からの臭気は,臭気強度が高く,脱臭装置の設置が不可欠となっている。

従来,下水処理場などから発生する臭気を処理するための脱臭法は,薬液洗浄法,活性炭吸着法,燃焼脱臭法および土壌脱臭法等が多く採用されてきた。しかし,汚泥処理系などでは,濃度変動が大きく高濃度である臭気の発生事例も多く見られ,脱臭処理が一層安定化し,低ランニングコストで維持管理の容易な脱臭法が望まれていた。

このような背景のなかで,微生物を高密度に保持できる充てん材(略称:担体)を塔内に充てんし,その微生物に悪臭物質を吸着・分解させる「充てん塔式生物脱臭法」が開発された。

本機構では,この充てん塔式生物脱臭法の脱臭原理および新たな「組み合わせ脱臭法」として開発された担体利用生物脱臭システム(充てん塔式生物脱臭法+活性炭吸着法)について適用範囲,脱臭設備の計画・設計,維持管理等について整理し,解説することを目的として,1996年6月に技術マニュアル(本編,資料編)を発刊した。

しかし,その後運転実績が蓄積されたことによる諸元の変更や,この間の技術の進歩,仕様の多様化,脱臭に関連する法規の改正等に対応する必要性からマニュアルの改訂を行った。なお,改訂版の構成は現行マニュアルと同様である。

2. 研究体制

本研究は財団法人下水道新技術推進機構と下記の4企業との共同研究により実施した。

月島機械株式会社
日立プラント建設株式会社
前澤工業株式会社
三井造船株式会社

3. 研究成果

3.1 担体利用生物脱臭システムの概要

(1) 充てん塔式生物脱臭法の基本原理

充てん塔式生物脱臭法は,担体表面に生息する微生物により悪臭物質を吸着・分解し,処理する脱臭法である。その基本的メカニズムを図-1に示す。

悪臭物質を含むガスが担体部を通過するとき,悪臭物質は担体表面に付着した水分中に溶解,吸収もしくは担体表面に吸着される。

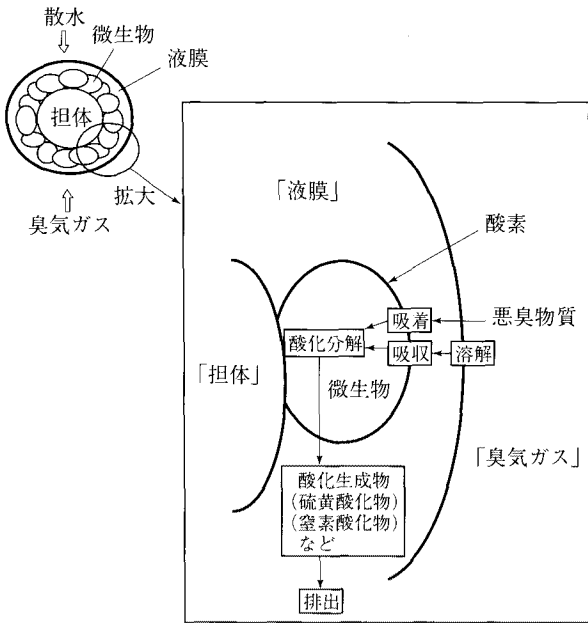


図-1 悪臭物質分解の基本的メカニズム

酸化生成物の排出と微生物の生育・維持に必要な水分補給のために、塔上部より間欠あるいは連続的に散水する。

(2) 設備構成

本脱臭システムは、以下の設備で構成される。システムの基本フローを図-2に示す。

- ① 充てん塔式生物脱臭装置
(生物脱臭塔, 散水設備など)
- ② 臭気ガス吸引装置
(脱臭ファン, 風道, ダンパなど)
- ③ 吸着脱臭装置
(活性炭吸着塔, エリミネータなど)

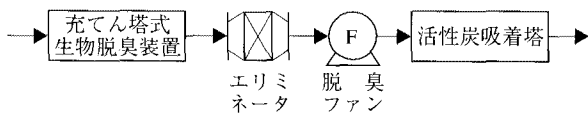


図-2 システムの基本フロー

(3) 適用範囲

- ① 脱臭対象：下水処理場から発生する汚泥処理系臭気を対象とする。
- ② 対象とする悪臭物質：悪臭防止法に規定されている悪臭物質のうち、汚泥処理系から多く発生する硫化水素, メチルメルカプタン, 硫化メチル, 二硫化メチル, アンモニアの5物質とす

る。なお、これら5物質のにおいの特徴を、表-1に示す。

表-1 対象となる悪臭物質のにおい

物質名	におい
硫化水素	腐った卵のようなにおい
メチルメルカプタン	腐ったタマネギのようなにおい
硫化メチル	腐ったキャベツのようなにおい
二硫化メチル	腐ったキャベツのようなにおい
アンモニア	し尿のようなにおい

(4) システムの設計条件

- ① 脱臭ガスの臭気強度は、2.5以下とする。
- ② 活性炭のライフは1年とする。
- ③ 原臭ガスの設計温度は10~40°Cを標準とする。

(5) システムの特長と留意事項

担体利用生物脱臭システムの特長と留意事項は以下の通りである。

<特長>

- ① 維持管理が容易である。
- ② 維持管理費は、脱臭ファンの動力程度で安価である。
- ③ 装置がコンパクトであり、設置面積の縮小化が可能である。
- ④ 負荷変動に対して安定した処理が可能である。

<留意事項>

- ① 立ち上げ時に微生物を増殖させ、所定の性能を発揮するまでのじゅん養期間を設ける。
- ② 立ち上げ時に臭気が不足すると微生物が育たないことがあるため、立ち上げ時には、臭気の供給に十分注意する必要がある。
- ③ じゅん養した微生物を維持するために、臭気ガスを連続的に通気しなければならない。なお、長期間の停止後に運転を再開するときは、新たにじゅん養期間を設ける。

脱臭ファンの許容停止期間は、以下のとおりである。

- ・ 散水を停止した場合：約1日
- ・ 散水されている場合：数日程度
- ④ 微生物の生育と酸化生成物の排出のために適切な散水を行う必要がある。
- ⑤ 脱臭ファンは、保守管理や危険分散を考慮して、原則として2台(並列運転)とする。

3.2 実態調査

3.2.1 検討項目

① 設計諸元値等の実績調査

実態調査に基づき、原臭ガス濃度、生物脱臭塔および活性炭吸着塔の設計諸元値の整理を行った。

② 計画、設計に関する実態調査

マニュアルのユーザーに対して、脱臭設備の計画、設計を行う際、考慮すべき事項についてアンケート調査を行い、マニュアルに反映させるべき事項の整理を行った。

検討フローを図-3に示す。

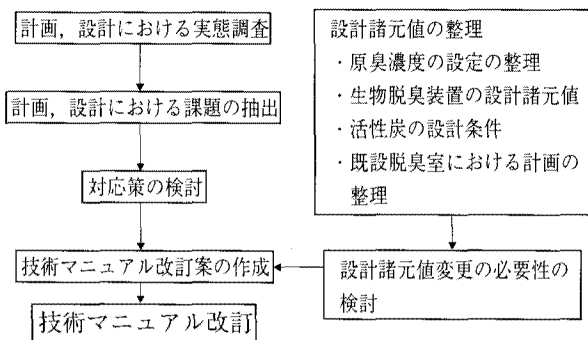


図-3 検討フロー

3.2.2 実態調査の結果と考察

(1) 原臭ガス

実績調査は、表-1の5物質に対して行った。その中でも臭気強度に大きく影響を与える硫化水素、メチルメルカプタンの結果を図-4、図-5に示す。

実績値は、他の悪臭物質に関しても、表-2に示す前マニュアルの設定値付近に集中していることから、原臭ガス濃度の見直しは行わないこととした。

表-2 原臭ガスの濃度設定値

悪臭物質名	原臭ガス濃度 (ppm)	脱臭ガス濃度 (ppm) (臭気強度2.5以下)
硫化水素	30	<0.02
メチルメルカプタン	3	<0.002
硫化メチル	0.4	<0.01
二硫化メチル	0.4	<0.009
アンモニア	2	<1

(2) 設計諸元値

生物脱臭塔、活性炭吸着塔の設計諸元値の調

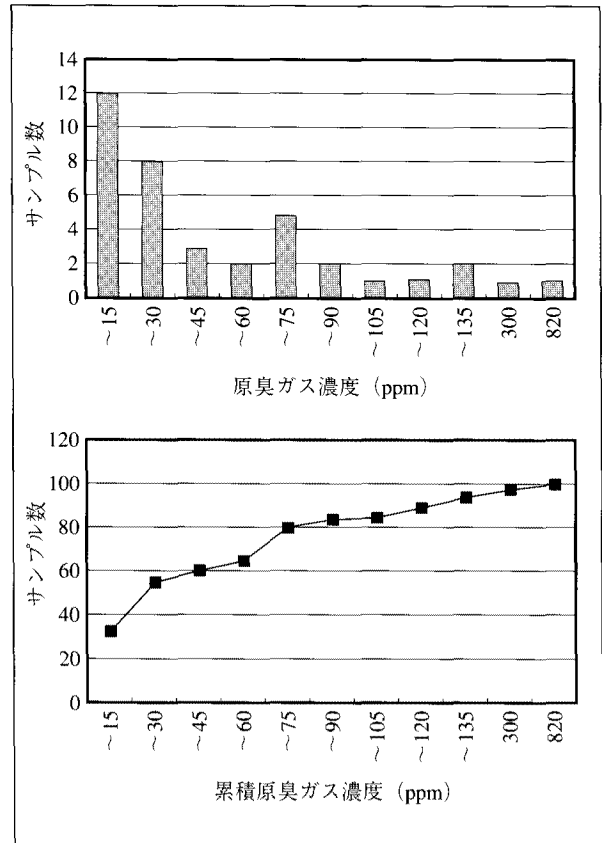


図-4 原臭ガス濃度 (硫化水素)

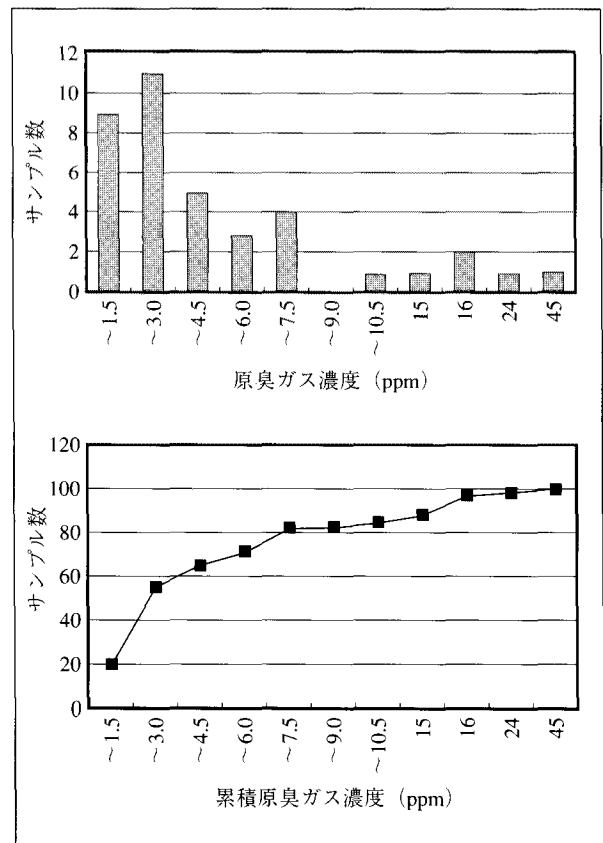


図-5 原臭ガス濃度 (メチルメルカプタン)

表-3 設計諸元値

設備	検討項目	単位	前マニュアル	実績値	採用値
生物脱臭塔	空間速度	m ³ /m ³ 時	150~540	150~360	150~360
	ガス接触時間	秒	6~24	10~24	10~24
	散水量 ^(注)	m ³ /日	0.02~3.0	0.24~5.0	0.24~5.0
活性炭吸着塔	空塔速度	m/秒	0.3以下	0.3以下	0.3以下

(注) 散水量は、脱臭風量 (m³/分) 当たりの値で示した。

査結果を表-3に示す。

① 生物脱臭塔

(a) 空間速度およびガス接触時間

高濃度の汚泥処理系臭気に対応し、後段の活性炭システムに負担をかけない目的から、ガス接触時間の下限値を引き上げ、結果として空間速度の上限値を小さくした。

(b) 散水量

前マニュアルの作成時には、循環式（散水に必要な用水を循環タンクにためて循環使用させ、減少した水分のみを補給する）の使用も考慮していた。そのため、散水量の下限値が小さかったが、現在ではほとんどが一過式となっていることから、現状にあった散水量に改めた。

② 活性炭吸着塔

空塔速度は、前マニュアルの設定値と同一の範囲にあり、数値の見直しは行わない。

(3) 既設脱臭室の計画

主要機器リストおよびユーティリティ、占有スペース等について実績を調査し、資料編に反映するとともに、利用の便を図る目的で脱臭風量の幅を細かくし、かつ対象範囲を拡大した。

3.2.3 計画・設計に関する調査結果

(1) 原臭ガス濃度

原臭ガス濃度が、常に設定値より高濃度の場合は、個別の検討が必要（マニュアルの対象外）であることを記述した。

(2) 生物脱臭装置

散水廃液（通常酸性）の処理先への影響を把握するため、pH計で排液を管理するケースも考えられる。したがって、標準付属品に「pH計（必要な場

合）」を記載した。

(3) 活性炭吸着塔

通常、汚泥中の原臭ガスは酸性～中性域であることから、前マニュアルでは「アルカリ用添着炭は使用しない」としていたが、コンポストの脱臭処理等でアンモニアが高濃度になった場合の対処として、「原則としてアルカリ用添着炭は使用しない」と記述を改めた。

3.2.4 その他

(1) 用語集の追加

本脱臭システムに係わる基本的な用語を用語集としてまとめた。

(2) 悪臭防止法の改正に関する記述

1999年9月から、排出口に係わる基準が定められたことにより、記述を追加した。

(3) 単位の修正

単位は全てSI単位に改め、それに伴い算定式の係数等を見直した。また、マニュアルの巻末に単位換算表を追加した。

(4) 担体の追加

本編、資料編に掲載している担体について、実績を踏まえ、改めて整理し直した。

4. マニュアルの内容

「担体利用生物脱臭システム技術マニュアル（改訂版）」の構成は、以下のとおりである。なお、改訂事項一覧を表-4に示す。

本編：設計諸元、維持管理上の留意点、特記仕様書

資料編：各社の担体および脱臭システム、モデ

ル設計(設計フロー, 主要機器リスト,
配置計画, ユーティリティ)

担体利用生物脱臭システム技術マニュアル

第1章 概 論

- 第1節 目的
- 第2節 悪臭防止に関する法規制について
- 第3節 充てん塔式生物脱臭法の概説
- 第4節 担体利用生物脱臭システムの適用範囲
- 第5節 担体利用生物脱臭システムの設備構成
- 第6節 担体利用生物脱臭システムの留意事項
- 第7節 従来法との比較
- 第8節 用語の説明

第2章 設 計

- 第1節 概 説
- 第2節 設計条件
- 第3節 担体利用生物脱臭システムの設計

第3章 維持管理

- 第1節 概 説
- 第2節 保守管理

第4章 特記仕様書

- 第1節 設計条件
- 第2節 充てん塔式生物脱臭装置
- 第3節 吸着脱臭装置
- 第4節 臭気ガス吸引装置

資料編

1. 資料編の位置付け
2. 各社の担体
3. モデル計画例
4. 各社の担体利用生物脱臭システム
5. 各社の問い合わせ先

表-4 改訂箇所一覧

検 討 項 目		改訂箇所, 改訂した数値
充てん塔式 生物脱臭装置	原臭ガス濃度が高濃度の場合の記述	原臭ガス濃度が設計原臭濃度より常に高い場合は、個別に検討が必要（マニュアルの対象外）であることを記述した。
	設計諸元値	実態調査結果に基づき考察し、以下のように改めた。 空間速度：150～360 m ³ /m ³ 時 ガス接触時間：10～24秒 ・散水量：0.24～5.0 m ³ /日 …脱臭風量（m ³ /分）当たりの値
	標準付属品	特記仕様書の中で、標準付属品に、「pH計（必要な場合）」を追加した。
吸着脱臭装置	アルカリ用 添着炭の記述	原則として使用しない、と記述を改めた。
用語集の追加		本脱臭システムに係わる基本的な用語をまとめた。
悪臭防止法の改正（1999年9月）に関する記述		従来の敷地境界線に係わる基準に加えて、排出口に係わる基準が定められたことにより、記述を追加した。
SI 単 位 へ の 変 換		換算表を追加した。 設計圧力等の単位、算定式の係数の換算を行った。
担 体 の 追 加		技術マニュアルおよび資料編に掲載している担体について、実績を踏まえ改めて整理し直した。
(資料編) モデル計画例 ・主要機器リスト ・占有スペース ・ユーティリティ		・設置事項を調査した結果を、資料編に反映させた。 マニュアルでは脱臭風量3ケース（20, 50, 100 m ³ /分）に対するモデル計画例を記載していたが、利用できる範囲を200 m ³ /分まで拡大し、かつ利用頻度の多い20～100 m ³ /分では脱臭風量の幅を細かくして8ケース（20, 30, 40, 50, 70, 100, 150, 200 m ³ /分）とし、利用の便を図った。

●この研究を行ったのは

研究第二部長
研究第二部主任研究員
研究第二部研究員
研究第二部研究員

篠田 康弘
野地 賢
曾我 誠意
久保 善央

●この研究に関するお問い合わせは

研究第二部長
研究第二部主任研究員
研究第二部研究員

中里 卓治
野地 賢
曾我 誠意