

4 . 防脱臭技術の検討（必要情報の入手）

4 . 1 各防脱臭技術の特性

臭気を低減するには多くの方法がある。臭気の発生源において発散を抑制することが最も得策であるが、発注した臭気を効率よく捕集し、脱臭する必要性が生じることも多い。

脱臭方法（方式）には多くの原理・種類があるが、すべて長所・短所がある。脱臭性能と設備費だけではなく、操作性、運転費、維持管理方法なども考慮して適用できる脱臭方法を選定することが重要である。

1) 基本的事項

発生源の特性や臭気の高減目標に照らして、適切な防・脱臭対策を講じることができるように、防脱臭技術の原理、脱臭効率、設備費、運転費、維持管理方法及び安全性に関する事項など、必要な情報を調査し、入手することが重要である。

< 解説 >

各脱臭技術について、それぞれの脱臭メカニズムを把握することは非常に重要である。例えば、生物脱臭法は微生物の作用を利用して悪臭物質を分解除去する方法であるので、微生物が活性に生息できる状態を保持することが必要条件となる。したがって、温度範囲は10～40℃で、有毒な成分が含まれていないことが適用条件となる。このほか、微生物の生育には水分が不可欠であるので、適度な水分の供給が必要である。また薬液洗浄法では、臭気成分が薬液と反応して別の物質に変わり、液中に溶け込むことにより除去される方法であり、その薬液と反応する臭気にしか適用できない。このように脱臭原理を十分に理解して、効率的な除去方法を工夫することが大切である。また、脱臭方法の中には高濃度臭気に適しているものと低濃度臭気に適しているものがあるため、その点も考慮して選択する必要がある。

一般に、各脱臭法ではそれぞれ、臭気成分の種類ごとに除去効率が異なるため、多成分からなる複合臭に対しては、他の方法と組合せて対応することが多い。また、高濃度臭気に対しては、ある程度高濃度臭気に適した方法で臭気を低減させ、その後、低・中濃度臭気に適した方法で最終処理するシステムが取られることが多い。

維持管理やコストは事業の経営にも密接に関係するため、経済的な負担が事業者にとって過大とならないように日常の運転管理が可能な方法を選ぶ必要がある。しかし、安価な方法では技術的に問題があり十分な効果が得られないことがあるため、必要最小限の条件を満たす装置の設置が必要である。公害融資制度などの活用により、資金を調達する方法もある。

以上のような観点から、適切な防脱臭対策を講じるために必要な情報を効率的に調査し、入手しなければならない。

2) 防・脱臭技術の原理及び特徴等の概略情報

各種防・脱臭法の原理及び特徴を十分に把握し、装置の設置の際には臭気発生源の特性に合った方法を選ぶ必要がある。各方法の概略をつかみ、それぞれ比較しながら評価することが大切である。

< 解説 >

代表的な脱臭方法について、それらの脱臭原理や特徴等の概略を表 4- 1に示す。この表には、原理、特徴、主要な適用例のほかに、前処理の必要性など適用上の留意点も同時に示している。いずれも簡潔に説明しているため、詳細な情報が必要な場合には、この項の 6) 必要情報の入手方法の欄に専門書を記載しているので参照されたい。

表 4-1 防脱臭技術の原理及び特徴等の概略

防脱臭技術 (脱臭方法)		原理	特徴	主な適用対象例	適用上の留意点 (適用範囲・前処理 の必要性など)
洗 浄 法	水洗法	臭気成分を水に溶解・吸収させ、除去する。	装置が簡単で、設備費も安い。ガスの冷却効果もある。	コンポスト化施設 種々の施設での脱臭の前処理	多量の水が必要。処理水からの発臭にも注意。排水処理が必要なこともある。
	薬液洗浄法	臭気物質を薬液（酸、アルカリ、酸化剤）と接触させ、化学的中和や酸化反応により、無臭化する。	設備費や運転費が比較的安い。ミストやダストも除去できる。低・中濃度の水溶性臭気成分の処理に適している。	畜産施設 飼料・肥料工場 食料品製造工場 下水処理場 し尿処理場 化製場	薬液の調整や補充、pH調整、計器点検等の維持管理が必要 酸化剤では過剰添加すると処理ガスに薬品臭が残存する。 排水処理が必要。
吸 着 法	固定床回収式	複数の吸着塔でそれらの塔を切り替えながら、吸着と脱着再生を行う。	高濃度の溶剤系臭気に有効。多くの実績もあり、操作も比較的簡単である。	自動車工場 塗装工場 塗料製造工場	排水処理が必要である。ケトン系溶剤では発火防止対策が必要である。回収溶剤は、燃料等で再利用が可能である。
	流動床回収式	流動性のある微小球体活性炭を用いて空気輸送により吸着塔と脱着塔を循環させ脱臭する。	排水がほとんど発生しない。回収溶剤の水分量も少ない。メンテナンスも容易。	塗装工場 グラビア印刷 粘着テープ工場 半導体工場 樹脂工場	特殊な形状の活性炭であるため、活性炭の値段が高い。 装置の高さが高い。
	八二カム式濃縮装置	八二カム式ローターを回転させて、吸着と脱着を連続して行い、低濃度臭気を濃縮。	大風量、低濃度臭気に適している。他の脱臭法と組み合わせることにより、装置の小型化が可能。	印刷工場 塗装工場 半導体工場 接着剤工場 テープ製造工場	前処理としてフィルターで除塵する必要がある。

防脱臭技術 (脱臭方法)		原理	特徴	主な適用対象例	適用上の留意点 (適用範囲・前処理 の必要性など)	
吸着法	固定床 交換式	吸着塔に粒状活性炭を充填し、吸着除去。破過すれば、交換・再生処理する。添着炭使用で効率が向上。	低濃度臭気に適している。比較的廉価で、維持管理も容易。他の脱臭法の仕上げ処理として使用。	下水処理場 ごみ焼却工場 し尿処理場 実験動物舎 香料製造工場	前処理が必要な臭気には、水洗塔や除塵装置を設置。高濃度臭気には適していない。定期的に活性炭の交換が必要である。	
	直接燃焼法	約 650～800 で臭気を燃焼させることにより、臭気成分を酸化分解する。	中・高濃度臭気に適している。腐敗臭、溶剤臭など広範囲な臭気に適用可能。	化製場 魚腸骨処理場 金属塗装工場 印刷工場	ランニングコストが高い。処理後ガスにはNOx等が含まれ、弱い燃焼臭が残存。廃熱の有効利用。	
燃焼法	触媒燃焼法	通常、150～350 で触媒上で臭気を燃焼し、酸化分解させる。	溶剤系の臭気に適している。燃料の使用量が直燃法と比べて少なく、経済的。	グラビア印刷工場 ワレット印刷工場 金属印刷工場 合成樹脂工場 粘着テープ工場	触媒被毒となる物質除去のため、除塵、水洗、ダミー触媒等での前処理が必要。貴金属触媒が高価。	
	蓄熱脱臭法	燃焼法	蓄熱体を用いて、熱効率を高め、約 800～1000 で燃焼。	熱交換効率が高い。排ガス量の多いものに適している。	自動車塗装工場 印刷工場 化学工場 ラミネート工場	設備が大きく、重い。立上げ昇温に時間を要する。ダンパーの日常点検が必要。
		触媒法	200～400 に昇温し、触媒上で酸化分解させる。	排ガス量の少ないものにも適用可。蓄熱体にはにがや球状体	塗装工場 印刷工場 塗料製造工場 化学工場	触媒管理は触媒燃焼法と留意点は同じ。設置スペースも小さくて済む。
生物脱臭法	土壌脱臭法	臭気を土壌中に通気し、吸着・吸収された臭気成分が土壌微生物により分解される。	運転費が安く、維持管理も比較的容易。低・中濃度の臭気に適している。	下水処理場及び中継ポンプ場、農業集落排水処理施設 畜産施設 コンポスト化施設	広い敷地面積が必要。乾期には散水が必要。土壌の通気抵抗が増すため、表面を耕うんする必要がある。	

防脱臭技術 (脱臭方法)		原理	特徴	主な適用対象例	適用上の留意点 (適用範囲・前処理 の必要性など)
生 物 脱 臭 法	充填塔式 生物脱臭法	微生物充填担体を充填塔に詰め、そこに臭気を通して、臭気を微生物で分解させる。	中～高濃度の腐敗臭の処理に適している。運転費も安く、維持管理も比較的容易である。	下水処理場 し尿処理場 食品加工工場 飼料肥料工場	充填担体の保水性に合わせて散水。 生物分解性の悪い臭気成分には不適。
	活性汚泥 ばっき法	活性汚泥槽に臭気を吹き込み、臭気成分を溶解させ、生物分解させる。	活性汚泥排水処理施設のある工場では、悪臭処理用に併用でき、設備費が安くつく。	下水処理場 し尿処理場 食品加工工場	送込ガス量が限定される。処理後ガスには弱い汚泥臭が残る。排水処理への影響は少ない。
	活性汚泥ス クラバー法	スクラバー方式で洗浄液に活性汚泥液を用いて臭気を生物分解させる。	余剰活性汚泥を入手できる施設では本方式はメリットが大きい。装置のコンパクト化が可能。	鋳物工場 有機肥料工場 飼料工場	リンや窒素などの栄養塩添加が必要な時もある。循環槽には空気を供給し、汚泥の引き抜き・補給をする必要がある。
オゾン脱臭法		必要量のオゾンを臭気に混合し、脱臭触媒塔に導き、触媒上で臭気とオゾンとの反応を速やかに行わせ、臭気を酸化分解させる。臭気とオゾン水とを気液接触させる方法もある。	比較的薄い臭気腐敗臭に対して高い脱臭効果が安定して得られる。比較的コンパクトで、水・薬品・燃料を使用せずメンテナンスが容易。	下水処理場 下水中継ポンプ場 農村集落排水処理施設 漁業集落廃水処理場 し尿処理場	前処理としてミストセパレ-タを使う。 高濃度硫化水素除去には前段に脱硫塔を設ける。触媒の寿命到達時には、オゾンが徐々に漏れだし、触媒取り替え時期を知ることができる。

防脱臭技術 (脱臭方法)	原理	特徴	主な適用対象例	適用上の留意点 (適用範囲・前処理 の必要性など)
光触媒脱臭法	酸化チタン光触媒に紫外線を照射すると触媒表面にOHラジカルやスーパーオキシドイオンが生成され、悪臭分子とそれらが接触するとその強い酸化力により、分解される。	光のエネルギーを利用して臭気を分解させるため、薬品や燃料が不要で環境負荷が小さい。希薄な臭気の治療に適する。技術的に解決すべき点多く、開発途中の技術といえる。	空気清浄機 防臭効果機能付きの各種製品 タイル、シート 壁材、和紙、 塗料	表面の汚れが活性を低下させるため、前処理用フィルタが必要である。脱臭効果は光が届く範囲に限定される。触媒上の数ミクロン部位での反応であるため、触媒上での滞留時間が1秒程度と短い場合には効果が期待できない。
プラズマ脱臭法	臭気物質を含んだ被処理空气中で高周波放電を行い、活性分子、ラジカル、オゾンを発生させ、その酸化能力により、臭気を分解させる。	運転操作が簡単である。薬品等を使用せず、廃棄物も出ないので環境負荷が小さい。放電の消費電力も小さく、ランニングコストも安い。適用できる濃度範囲が広い。	食品製造工場 飼料製造工場 排水処理施設 ごみピット コンポスト化施設 ゴム製造工場 アスファルト製造工場 アミノ酸製造工場	引火性のガスには適していない。相対湿度を下げるために、ミストレタや調湿ヒータが前処理として必要である。エアフィルタで除塵する必要がある。触媒には寿命があり、定期的に交換する必要がある。
消・脱臭剤法	消・脱臭剤を臭気に噴霧したり、堆積物などに噴霧したりして感覚的に臭気を和らげる。	装置も簡単で、経費が安くつく。一般に、薄い臭気に有効である。	ごみ処理施設 厨房排気 ごみ集積場 公衆トイレ	芳香剤を用いる場合には強くなりすぎないように注意。散布処理では効果は一時的である。
希釈・拡散法	臭気を希釈することにより、人間の嗅覚で不快と感じられないレベルまで低下させる。	希釈により不快性が低下する臭気に有効。小発生源で低濃度臭気に適する。メンテナンスが容易で設備費が安い。	レストラン トイレ ごみ置場 ビルピット排気	煙突による拡散効果を期待する時には、周辺の住居などの立地条件を配慮して、排出位置を決定する必要がある。

3) 脱臭効率に関する情報

各種脱臭法の脱臭性能については、正常に運転管理された時には、過去の実績からおおよその期待値を知ることができる。脱臭の効率は発生源臭気の含有成分や濃度に影響を受けるため、より信頼性の高いデータを得るには類似の発生源の情報をつかむ必要がある。

< 解説 >

当該事業場の臭気発生源特性を調べれば、それに適した脱臭法を選定した場合に実際にどの程度まで臭気を低減できるか、脱臭効率の期待値から予測することができる。この値が、立地条件や規制基準値から考えて十分に満足できる値であるかを検討し、さらに濃度を下げることが必要である場合には、単一の脱臭方法だけでは対応できないため、さらに他の方法と組み合わせることにより、最終排出口の濃度を下げることが必要である。

脱臭効率は、主要な含有成分の除去率で表現する方法と嗅覚測定法での測定値から除去率を表現する方法に大別できる。情報の収集に際しては、この両者のデータを入手することが望ましい。高い除去率を期待できない臭気成分が含有されている場合には、その成分の除去のために高い効率を期待できる方法を後段に設置することが必要になる。周辺住民との協定等としては、出口ガスの臭気濃度（臭気指数）が定められていることが多く、この場合には嗅覚測定法のデータが必要になる。脱臭法の種類によっては、臭気濃度 300(臭気指数 25)以下というような厳しい目標値に対応できないこともあるため、そのような場合には活性炭吸着による仕上げ処理をすることも多い。脱臭効率に関するできるだけ多くの情報を集め、実際の施設運転時の脱臭効率をできるだけ正確に予測することが必要である。不確定な要素が懸念される場合には、メーカーに出口ガスの臭気保証値を提示させるのもひとつの方法である。

各脱臭法について、代表的な脱臭効率の具体的な数値を参考資料の一覧表に示す。

4) 設備費及び維持管理費に関する情報

設備費や維持管理費は、事業者の資金力に係わる大きな問題である。脱臭装置の設備費と日常の運転・維持管理のための費用を十分に把握し、資金面や運営上支障をきたさない範囲で、脱臭効率面で問題のない有効な方法を選択する必要がある。

< 解説 >

設備費は、脱臭方法によりかなりの差がみられる。また、同種のもので設備の大きさや材質によってもかなりコストが変動する。装置を構成する各部の必要器材、例えば使用されるブロワやファン、脱臭バーナー、薬液ポンプ、充填材、吸着剤、触媒、散水ノズル、薬液槽、放電装置、熱交換器などのコストも、品質により大きく全体のコストに反映する。

通常、脱臭風量が大きくなれば、それだけ装置も大きくなるため、設備費は高くなる。また、設備費には、フード、ダクトなどの設置工事費も含まれる。それらによる費用の上積みも考慮した上で、必要経費を概算することが必要である。

経費が過大である場合には、再度臭気発生源、発生段階での見直しにより、濃度や風量を減少させるなどの工夫により、脱臭のためのコストを低減することが重要である。

5) その他の情報

脱臭効率だけでなく、総合的にみてできるだけ環境負荷の小さい脱臭方法を選択することが望ましい。

<解説>

脱臭方法の選択に当たっては、地球温暖化現象や資源の枯渇の問題などグローバルな視点からも、環境負荷をできるだけ抑制できる地球にやさしい技術を選択することが望ましい。

環境負荷に関しては、数量化して比較評価することが難しいため、表4-2のように大、中、小の3段階の評価表を作成した。二次公害の面では薬液洗浄法の排水が最も問題になるといえる。

表4-2 脱臭方式別の環境負荷について

脱臭法の種類	環境負荷の項目							
	二次公害			資源消費			温暖化	動力
	排水	廃棄物	排気	燃料	薬品	水	CO2 発生	電気
薬液洗浄法								
活性炭吸着 (交換型)								
活性炭吸着 (回収型)								
直接燃焼法								
触媒燃焼法								
蓄熱燃焼法								
土壌脱臭法								
活性汚泥ばっき法								
充填塔式生物脱臭法								
オゾン酸化法								
プラズマ脱臭法								
消臭剤法								

* 環境負荷が大： 、中： 、小： 空欄は無視できる程度

防脱臭に伴う廃棄物を外部に委託して処分する場合は、廃棄物運搬業者ならびに処理業者と契約をする必要があり、含有成分及び含有量等により一般の産業廃棄物と特別管理産業廃棄物とに分類する。

産業廃棄物管理票に廃棄物の種類、数量、処理を受託した者の氏名等、必要事項を記入した上で事業者が廃棄物運搬業者に対して交付し、また産業廃棄物管理票は専用ファイルを設けて5年間保管するなど廃棄物処理が適正に行われるように留意する。

6) 防・脱臭技術の選定に必要な情報の入手方法

防脱臭技術を選定する上で、必要な情報の入手においては、できるだけ公平かつ客観的な情報を効率的に収集することが必要である。

<解説>

防脱臭技術の選定に際して必要な情報を入手する場合、適当な資料や問合せ先などが分からず、効率的な情報収集ができない場合が多い。最近ではインターネットの普及によって、様々な情報入手可能となったので、効率的に利用するように心がけたい。また、同業者間のネットワークを使って、経験、ノウハウを聞いたり、(社)臭気対策研究協会などの専門機関や、コンサルタントなどに所属する臭気判定士などの専門家等に問合せ、公平な立場からの客観的な情報を収集する方法もある。以下に参考として、関連の情報リストを示す。

関連の情報リスト

臭気や防・脱臭技術に関する基礎的な知識を身につけたい場合

文献名	監修・編集・著	発行社(者)・年	連絡先 TEL
最新防脱臭技術集成	石黒辰吉監修	(株)エヌ・ティー・エス (1997)	03(3814)3511
生物脱臭の基礎と応用 - 改訂版 -	(社)臭気対策研究 協会編集	同左 (1994)	03(5835)0315
最新の消臭剤と消臭技術	船山富春編集	工業技術会 (1989)	03(3239)5966
悪臭・炭化水素排出 防止技術(1)(2)(3)	化学工学協会編集	技術書院 (1977)	03(5877)7447
悪臭防止技術マニュアル	環境庁大気保全局 特殊公害課編集	公害対策技術同友会 (1978)	03(3404)5714
臭気対策マニュアル 総集編	環境庁大気保全局 大気生活環境室編	同左 (1999)	03(3581)3351

最新においの用語と解説	環境庁大気保全局 監修	(社)臭気対策研究 協会 (1998)	03(5835)0315
味とにおいの化学	日本化学会編集	東京大学出版会 (1976)	03(3292)6161
実例にみる脱臭技術	檜山和成著	工業調査会 (1999)	03(3817)4701

臭気に関する規制などの法令について調べたい場合

ハンドブック悪臭防止法	環境省大気保全局 監修・悪臭法令 研究会編集	(株)ぎょうせい (2001)	03(5349)6666
問合せ先 環境省 HP		アドレス http://www.env.go.jp	

臭気の測定方法について調べたい場合

文献名	監修・編集・著	発行社(者)・年	連絡先 TEL
悪臭の機器測定	重田芳廣,石黒智彦 加藤龍夫著	(株)講談社 (1984)	03(3945)1111
特定悪臭物質測定 マニュアル	環境庁大気保全局 監修	(財)日本環境衛生 センター (1996)	044(288)5138
臭気の嗅覚測定法	岩崎好陽著	(社)臭気対策研究 協会 (1999)	03(5835)0315
嗅覚測定法マニュアル	環境庁大気保全局 大気生活環境室編	(社)臭気対策研究 協会 (1996)	03(5835)0315
嗅覚測定法マニュアル (排出水試料編)	環境省大気保全局 大気生活環境室編	(社)臭気対策研究 協会 (2001)	03(5835)0315
ハンドブック悪臭防止法	環境省大気保全局 特殊公害課監修・悪 臭法令研究会編	(株)ぎょうせい (2001)	03(5349)6666
悪臭物質簡易測定 マニュアル	環境庁大気保全局 編修	(株)第一法規出版 (1990)	03(3796)5443

臭気測定分析機関および臭気判定士について調べたい場合

臭気対策年鑑 2000	年鑑企画 グループ編集	(社)臭気対策研究 協会 (2000)	03(5835)0315
問合せ先 (社)臭気対策研究協会HP		アドレス http://www.orea.or.jp	

防・脱臭機器等の製造メ - カ - について調べたい場合

企業会員ガイド 1997	(社)臭気対策研究 協会編集	(社)臭気対策研究 協会 (1997)	03(5835)0315
問合せ先 (社)臭気対策研究協会HP		アドレス http://www.orea.or.jp	

その他

やさしい局排設計教室	沼野雄志著	中央労働災害防止 協会 (1992)	03(3452)6401
匂いの応用工学	栗岡豊,外池光雄著	(株)朝倉書店 (1994)	03(3260)0141

4.2 採用可能な防脱臭技術の選定

事前調査により入手した情報を基に、どのような防脱臭技術の採用が可能か、最適な方法はどれかなどについて検討し、採用すべき防脱臭技術を絞り込む。

1) 基本的事項

初めに、臭気発生源の改善及び改造等で、防脱臭対策となるような方法がないか、次に既存の設備を利用することで、防脱臭対策となる方策がないかを十分検討する必要がある。

それらを検討した結果、防脱臭装置の新規設置が必要という結論になれば、事前調査において収集した発生源の特性や、脱臭装置設置上の制約条件、及び防脱臭技術の特徴や適用範囲を十分検討し、それぞれの脱臭方式について、その長短を評価しながら、最もマッチングするものを選定することになる。設備費や維持管理費等の経済的条件についても、十分比較検討し適切な防脱臭設備を選定する。

< 解説 >

臭気対策を考える時、まず初めに臭気発生源に着目するべきである。

製造法、加工法等を検討し、そこから発生する臭気量を削減し、特別な防脱臭対策を行わずに済む方策はないかを検討する事が必要である。例えば、製造、加工上で、従来使

用していた溶剤の、使用量を極力少なくする。さらに、無溶剤化、水性化が出来ないか等を検討すべきである。

次に、既設の設備でまかなう事が出来ないかを検討する事も重要である。既設の防脱臭設備に余裕があれば、そこに導入する事も可能であるし、濃度が低い場合には、既設ボイラーの燃焼空気として臭気ガスを導入する方法は、よく行われている。排水処理設備に余裕がある場合には、曝気槽に臭気ガスを導入して、改善対策とすることも考えられる。

また、簡易的措置として、排気筒を高くすることで、臭気問題が改善されることも多い。

以上のような点を検討した結果、それでもなお臭気が十分に低減されない場合に初めて、脱臭装置の設置を行うこととなる。

2) 選定に当たっての検討項目

選定に当たっての比較検討項目としては、臭気発生源特性、臭気ガス特性、法的規制、脱臭効率、ユーティリティ条件、付加価値設備の検討、設備費 運転費、維持管理費等が挙げられる。

< 解説 >

脱臭方式の選定のための検討項目を表 4- 3及びポイントを図 4- 1に示す。それぞれの項目について検討し、総合的に比較するべきである。

表 4-3 脱臭方法選定時の検討項目

検討項目	要点
1. 臭気発生源特性 臭気発生工程 稼働条件	<ul style="list-style-type: none"> ・可能な限り詳細に脱臭装置メーカーに提示する (メーカーによる類似の実績は検討に際して大いに役に立つ) ・1ロットの稼働時間 ・1日、1週間、1ヶ月のトータル稼働時間
2. 臭気ガス特性 臭気ガス量及びガス温度 臭気成分及び濃度 その他成分の検討	<ul style="list-style-type: none"> ・処理風量の大小が最もコストに影響する ・ガス温は常温～40 が望ましい(燃焼法は例外) ・臭気に影響の大きい指標物質とその濃度の把握 ・原臭の臭気濃度(臭気指数)の把握 ・塩素系成分の有無(燃焼法、生物脱臭法では問題) ・タル、塩素化合物、硫黄化合物、有機リン化合物など触媒に悪影響を及ぼす成分の有無(触媒燃焼法の場合) ・ダスト、ミストの有無
3. 法的規制	<ul style="list-style-type: none"> ・基本的には悪臭防止法、各自治体の定める規則に則る ・苦情対応や事業者の自主管理のために規制値以下の濃度にする場合もある(苦情解決には) ・他の規制(排水、騒音等)の検討も必要
4. 脱臭効率	<ul style="list-style-type: none"> ・原臭の臭気濃度による脱臭効率、成分除去率データも必要
5. ユーティリティー条件	<ul style="list-style-type: none"> ・電気、水、脱臭方法によっては圧力空気、蒸気、燃料などが必要
6. 付加価値設備の検討	<ul style="list-style-type: none"> ・燃焼法の場合の廃熱回収設備の検討 ・溶剤回収装置の場合の回収溶剤
7. 設備費及び運転費	<ul style="list-style-type: none"> ・設備費 + 運転費のほかに、回収メリットや維持管理(費用、人手)も考慮する
8. 維持管理費	<ul style="list-style-type: none"> ・充填物や機器部品の交換サイクル ・計器類の校正、交換の頻度 ・点検に要する費用、工数

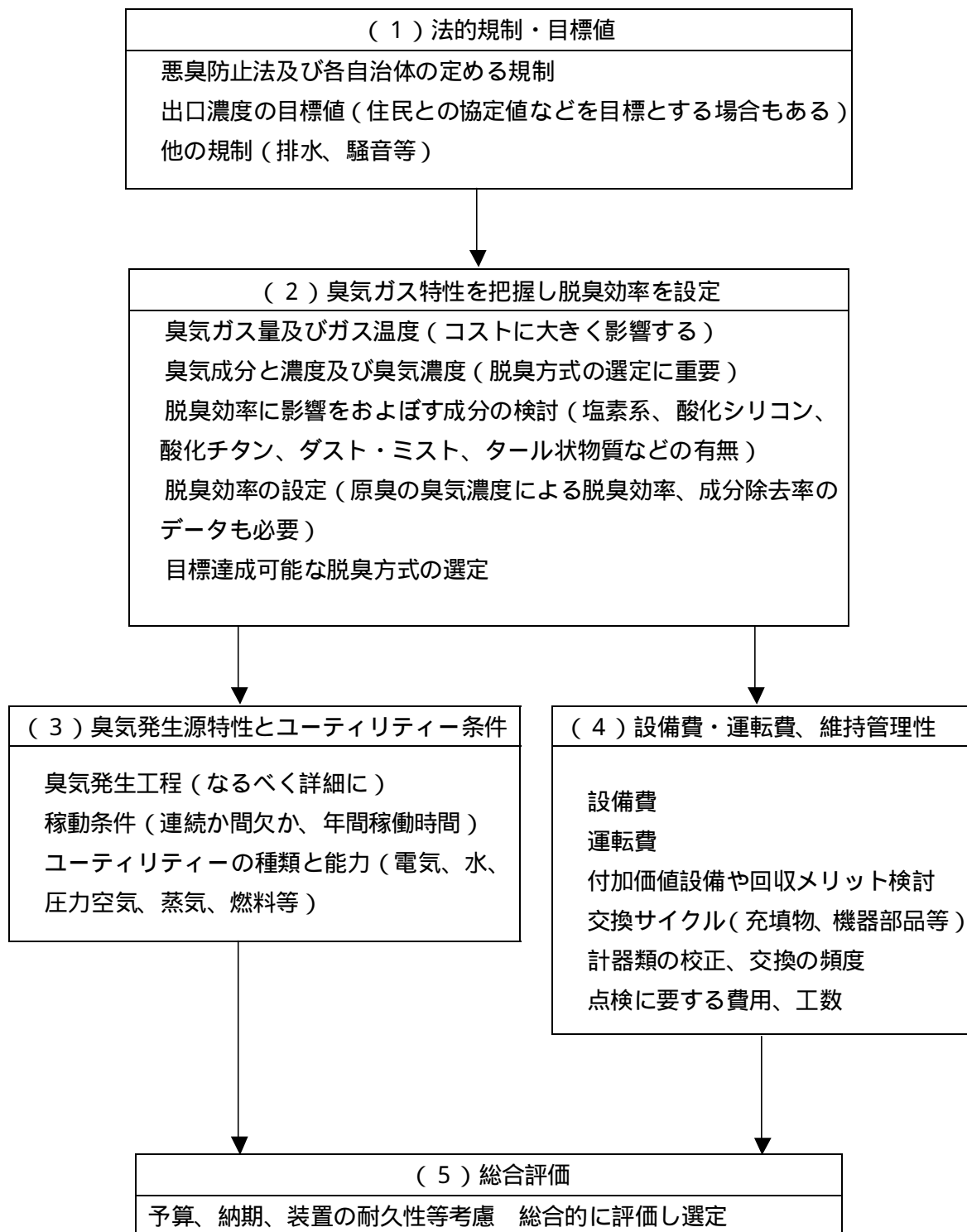


図 4 - 1 脱臭方式選定時の検討項目

図4-10の(2)の検討において、発生源の業種による脱臭方式の選定が重要になる。
 臭気を発生する事業場の業種によって適する脱臭方式はある程度限定されるといってよい。しかし一般的には、数種類の方式が考えられるので、その中から脱臭性能、コスト、耐久性、維持管理性など総合的な比較をして、1種類又は2種類の方式の組合せを選定する必要がある。

<解説>

脱臭方式には多くの種類があるが万能といえるものはなく、それぞれ長所、短所をもっている。ある業種のある発生源の臭気を除去できる脱臭方法は普通5~6種類考えられることが多い。しかし設置実績の多い方法は1~2種類に限られることもある。

近年苦情の多い業種や対策上問題になりやすい発生源についてまとめたものが表4-4である。

表4-4 業種別発生源と脱臭方式の選定

業種	主な臭気発生源	適用可能な脱臭装置
1. 畜産農業	<ul style="list-style-type: none"> ・豚舎、牛舎、鶏舎 ・蓄糞貯留場 ・堆肥化施設 ・廃鶏焼却施設 	土壌脱臭法 充填塔式生物脱臭法 薬液洗浄法 消・脱臭剤法
2. 肥料・飼料製造工場	<ul style="list-style-type: none"> ・原料投入口 ・粉碎機、クーラー ・乾燥炉 	薬液洗浄法 充填塔式生物脱臭法 吸着法 燃焼法 プラズマ脱臭法
3. 食料品製造所	<ul style="list-style-type: none"> ・原料置場 ・生ごみ置場 ・排水処理施設 ・煮熱・乾燥施設 ・焙煎・焙焼工程 	薬液洗浄法 吸着法 土壌脱臭法 生物脱臭法 燃焼法 消・脱臭剤法
4. ゴム工場	<ul style="list-style-type: none"> ・加硫炉、2次加硫炉 ・混練機 ・成形機 	吸着法 燃焼法 薬液洗浄法
5. 木工工場	<ul style="list-style-type: none"> ・切断機 ・家具製造(塗装) ・燃焼炉 	吸着法(交換法、回収法) 燃焼法 薬液洗浄法
6. 塗装・印刷工場	<ul style="list-style-type: none"> ・塗装ブース 	燃焼法(直接、蓄熱、接触)

	<ul style="list-style-type: none"> ・乾燥、焼付工程 ・印刷機 	吸着法（回収法、濃縮システム、交換法） 充填塔式生物脱臭法
7．鋳物工場	<ul style="list-style-type: none"> ・シェル砂混錬機 ・シェルマシン ・シェル主型（注湯、冷却、ばらし） 	吸着法（回収法、交換法） 薬液洗浄法
8．ごみ処理場	<ul style="list-style-type: none"> ・ごみピット ・ごみ焼却炉 ・ごみ中継所 	吸着法（交換法） 薬液洗浄法 消・脱臭剤法 燃烧法（直接、触媒）
9．し尿処理場	<ul style="list-style-type: none"> ・投入場、パキューム車排気 ・貯留槽 ・スクリーブレス ・細目スクリーン 	薬液洗浄法 吸着法（交換法） 充填塔式生物脱臭法 消・脱臭剤法
10．農業集落排水施設	<ul style="list-style-type: none"> ・原水槽、スクリーン槽 ・ばっ気槽 ・汚泥濃縮層、貯留槽 	吸着法（交換法） 充填塔式生物脱臭法 土壌脱臭法 オゾン酸化法（乾式、湿式）
11．食肉市場	<ul style="list-style-type: none"> ・内臓処理室、加工室 ・廃棄物処理室 ・廃水処理施設 	薬液洗浄法 吸着法（交換法）
12．コンポスト化施設	<ul style="list-style-type: none"> ・原料搬入・貯留槽 ・醗酵施設 	薬液洗浄法 充填塔式生物脱臭法 土壌脱臭法 吸着法（交換法） オゾン酸化法（湿式）
13．浄化槽	<ul style="list-style-type: none"> ・単独処理浄化槽 ・合併処理浄化槽 	吸着法（交換法） 充填塔式生物脱臭法 オゾン酸化法（乾式） 消・脱臭剤法
14．クリーニング店	<ul style="list-style-type: none"> ・乾燥機（排気脱臭時） ・衣類の取出し、乾燥 ・排水処理装置 	吸着法（回収法）
15．飲食店	<ul style="list-style-type: none"> ・調理機（揚げ物、焼き物、炒め物） ・排水処理施設 	吸着法（交換法） 消・脱臭剤法 充填塔式生物脱臭法

4) 脱臭装置選定例

脱臭方式には、現在かなり普及している方式や新しい方式など多数あり、また 2 種類以上の方式を組合せることもある。

事例 1 堆肥化施設

〔脱臭装置計画仕様〕											
臭気発生工程	家畜ふん尿コンポスト施設、原料置場と貯留槽										
臭気ガス量及び温度	30m ³ / 分、15 ~ 30										
臭気成分及び濃度	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">硫化水素</td> <td style="text-align: right;">20 ~ 30 ppm</td> </tr> <tr> <td>メチルメルカプタン</td> <td style="text-align: right;">1 ~ 3 ppm</td> </tr> <tr> <td>硫化メチル</td> <td style="text-align: right;">1 ~ 3 ppm</td> </tr> <tr> <td>二硫化メチル</td> <td style="text-align: right;">1 ppm</td> </tr> <tr> <td>アンモニア</td> <td style="text-align: right;">20 ~ 50 ppm</td> </tr> </table>	硫化水素	20 ~ 30 ppm	メチルメルカプタン	1 ~ 3 ppm	硫化メチル	1 ~ 3 ppm	二硫化メチル	1 ppm	アンモニア	20 ~ 50 ppm
硫化水素	20 ~ 30 ppm										
メチルメルカプタン	1 ~ 3 ppm										
硫化メチル	1 ~ 3 ppm										
二硫化メチル	1 ppm										
アンモニア	20 ~ 50 ppm										
稼働条件	24 時間 / 日										
規制	県条例（物質濃度規制）										
求められる脱臭効率	硫化水素及びアンモニアの除去率 95%以上										
ユーティリティー条件	電気、水										

法的規制

県条例で敷地境界線（1号規制）の基準は次の通りである。

硫化水素	0.02 ppm
メチルメルカプタン	0.002 ppm
硫化メチル	0.01 ppm
二硫化メチル	0.009 ppm
アンモニア	1.0 ppm

臭気発生源特性

牛、豚、鶏のふん尿を原料としてコンポスト（堆肥）を製造する施設で、製造工程及び製品の臭気は他の施設に比べて低いが、原料置場と貯留槽の臭気は嫌悪感のある臭気で、脱臭する必要ありと判断された。

脱臭効率

臭気成分で濃度の高い硫化水素とアンモニアについて除去率 95%以上の性能を確保すれば脱臭性能（効率）としてもほぼ満足できるものと判断した。

ユーティリティー条件

コンポスト工場にある電力と水だけである。

設備費及び運転費

表 4- 2によると脱臭方法として、生物脱臭法、吸着法、薬液洗浄法などが考えられる。本件の場合、製品であるコンポストを生物脱臭法の充填担体として使用できるメリットもあり、充填塔式生物脱臭装置を第 1 候補とする。

この方法は、設備費は薬液洗浄法と大差なく、吸着法（交換式）と比較すると高価になる。しかし運転費については薬液洗浄法や吸着法と比べてはるかに安価となる。

維持管理費

充填塔式生物脱臭法の場合、間欠的な散水（充填担体に）に異常がないか点検するだけであり、ほとんどかからないといってもよい。

総合評価

上記の検討により充填塔式生物脱臭法を採用することになった。

事例 2 飼料製造工場

〔脱臭装置計画仕様〕	
臭気発生工程	フィッシュミールプラントのブレイス及び原料室
臭気ガス量及び温度	450m ³ /分、25～40
臭気成分及び濃度	硫化水素 0.1～0.5 ppm メチルカプタ 1～5 ppm 硫化メチル 0.1～0.5 ppm アンモニア 20 ppm トリメチルアミン 1～2 ppm
稼働条件	12時間/日 × 6日/週
規制	県条例（物質濃度規制）、臭気濃度による指導指針
求められる脱臭効率	排出口の臭気濃度 1000 以下
ユーティリティー条件	電気、水、蒸気

法的規制

県条例は物質濃度規制である。指導指針では、敷地境界線及び排出口での臭気濃度基準値がそれぞれ 30、1000 である。

臭気ガス特性

主な臭気成分は前述の通りで、臭気の強さを十分推定できるが、実際かなり嫌悪感の強い、臭気濃度で 10 万前後のにおいである。

臭気発生源特性

魚を加工した後の残渣を加工して、フィッシュミールと魚油を製造するプラントで、クッカー、プレス、ドライヤー、ミールタンク、油水分離装置の臭気を集め、それに原料室の空気も吸引している。

脱臭効率

臭気濃度による脱臭効率においてかなり高効率が望まれる。また、敷地境界線で臭気濃度 30 以下を目標とする。

ユーティリティ条件

電気、水、蒸気が必要となる。

設備費及び運転費

脱臭方法として、生物脱臭法、薬液洗浄法、燃焼法が考えられる。本件の場合十分な敷地を確保できることから、広い設置スペースを要するが、運転費の安い土壌脱臭法を第 1 候補とする。運転費はファンの電力費のみといってもよく、設備費も他の方式と比較して同等以下である。

維持管理費

本件の場合、土壌脱臭装置を屋根で覆うことができるため、雨による土壌の流出などもなく、土が乾き過ぎにならないようチェックし、ときどき散水を行うくらいであり、安価である。

総合評価

上記の検討により土壌脱臭装置を設置することになった。

事例3 下水処理施設

〔脱臭装置計画仕様〕											
臭気発生工程	下水処理施設の沈砂池設備より発生する臭気										
臭気ガス量及び温度	100m ³ /分、常温(20)										
臭気成分及び濃度	<table> <tr> <td>硫化水素</td> <td>0.6 ppm</td> </tr> <tr> <td>メチルメルカプタン</td> <td>0.07 ppm</td> </tr> <tr> <td>硫化メチル</td> <td>0.04 ppm</td> </tr> <tr> <td>二硫化メチル</td> <td>0.005 ppm</td> </tr> <tr> <td>アンモニア</td> <td>2.0 ppm</td> </tr> </table>	硫化水素	0.6 ppm	メチルメルカプタン	0.07 ppm	硫化メチル	0.04 ppm	二硫化メチル	0.005 ppm	アンモニア	2.0 ppm
硫化水素	0.6 ppm										
メチルメルカプタン	0.07 ppm										
硫化メチル	0.04 ppm										
二硫化メチル	0.005 ppm										
アンモニア	2.0 ppm										
稼働条件	24時間/日 × 365日/年 = 8,760時間/年										
規制	悪臭防止法、県条例										
求められる脱臭効率	脱臭設備出口で臭気強度2.5相当濃度										
ユーティリティー条件	助燃料(A重油) 電気(200V) 水										

法的規制

臭気強度2.5相当濃度は敷地境界における規制(第1号規制)であるが、脱臭装置出口での目標値とすることになった。

硫化水素	0.02 ppm
メチルメルカプタン	0.002 ppm
硫化メチル	0.01 ppm
二硫化メチル	0.009 ppm
アンモニア	1.0 ppm

臭気ガス特性

・臭気成分及び臭気濃度

悪臭防止法で指定する22物質の内、下水処理施設で発生する臭気は、硫化水素、メチルメルカプタン、硫化メチル、二硫化メチル、アンモニアが主体であり、脱臭装置の設計にはこの5物質を対象とする。

臭気発生源特性

原臭(脱臭装置入口)の悪臭物質、臭気濃度は条件により異なるので、実測値により決定することを原則とする。しかし、新設時等で臭気の実測定が困難な場合は、既設で同じような条件の処理場、ポンプ場の値を参考とする。

本計画の臭気発生箇所としては、汚水沈砂池、しさ、沈砂ホッパなどがある。揚砂、しさ掻き上げの作業時に悪臭が発生する。

脱臭効率

各成分の除去率は次のようになる。

硫化水素	0.6	0.02 ppm	87.9%
メチルメルカプタン	0.07	0.002 ppm	97.1%
硫化メチル	0.04	0.01 ppm	75.0%
二硫化メチル	0.005	0.009 ppm	-----
アンモニア	2.0	1.0 ppm	50.0%

低濃度の硫黄化合物、特にメチルメルカプタンを 97.1%以上除去するには吸着法又は酸化剤による薬液洗浄法が有効である。

ユーティリティ条件

原臭が低濃度であり燃焼法は考えられない。吸着法又は薬液洗浄法の場合、電気と水で十分である。

設備費及び運転費

(脱臭方式の選定)

下水処理施設は、臭気発生箇所が多く、水処理施設では、発生源面積が大きい一方、臭気は希薄で、多種多様の臭気成分が存在し、しかも大量である。

このような臭気特性を考慮し、色々な脱臭方式の中から比較的设备費と運転費の安価で効果的な脱臭法として、活性炭吸着法、充てん塔式生物脱臭法、薬液洗浄法が考えられる。

充てん塔式生物脱臭法は一般的に污泥処理系等の高濃度臭気を対象にしている。

次亜塩素酸ソーダを用いた薬液洗浄法により、上記除去率を確保することは可能であるが、薬液洗浄法の場合、循環液の pH や有効塩素濃度によって除去率は微妙に変動するので、安全のため、後段に活性炭吸着塔を設置することにする。活性炭吸着塔のみで処理することも可能だが、運転費(活性炭の交換費用)を考慮すると得策ではない。

維持管理費

薬液洗浄装置 + 活性炭吸着装置の維持管理費は、活性炭吸着装置単独の場合と比較して約 1/2 程度となる。

総合評価

本条件の場合、原臭の濃度が低く、しかも高い除去率が要求されていることから、次亜塩素酸ソーダによる薬液洗浄法か吸着法が考えられる。前者は薬液の濃度変動による除去率の低下が、後者は運転費の増大が懸念され、両者の組合せ法が最適ということになり薬液洗浄法 + 吸着法が採用されることになった。

事例 4 塗装工場

〔脱臭装置計画仕様〕	10 数年以上使用してきた直燃方式のスクラップ・アンド・ビルドとして検討された事例である								
臭気発生工程	積層板塗工機排ガス								
臭気ガス量及び温度	400Nm ³ /分、110～140								
臭気成分及び濃度	<table> <tr> <td>アセトン</td> <td>1,130 ppm</td> </tr> <tr> <td>メチルエチルケトン</td> <td>2,250 ppm</td> </tr> <tr> <td>ジメチルホルムアミド</td> <td>720 ppm</td> </tr> <tr> <td>メチルセロソルブ</td> <td>1,070 ppm</td> </tr> </table>	アセトン	1,130 ppm	メチルエチルケトン	2,250 ppm	ジメチルホルムアミド	720 ppm	メチルセロソルブ	1,070 ppm
アセトン	1,130 ppm								
メチルエチルケトン	2,250 ppm								
ジメチルホルムアミド	720 ppm								
メチルセロソルブ	1,070 ppm								
稼働条件	24 時間/日 × 335 日/年 = 8,040 時間/年								
規制	悪臭防止法、県条例								
求められる脱臭効率	住民対策及び PRTR 対策								
ユーティリティー条件	助燃料 (A 重油) 電気 (400V)								

法的規制

県条例の排出口で臭気指数 30 (臭気濃度 1000) 以下となった。

臭気ガス特性

臭気成分は、前述のとおりの 4 成分で、濃度が非常に濃いと同時に、メチルエチルケトン以外の溶剤は水溶性の溶剤である。

臭気発生源特性

本ケースの場合運転時間は、年間 8,040 時間となり、稼働時間が長いこと、特に 24 時間/日という連続運転をしている。

脱臭効率

このケースでは、県条例を満足することは当然ながら、PRTR を考慮し、臭気成分の除去効率を 99% 以上にしたいとの事業者からの要望があった。

ユーティリティー条件

本ケースでは、工場は自前の排水処理設備を持ってはいるが、能力的に十分な容量がないため、できれば排水が出ない方式がいいとの条件があった。

設備費及び運転費

(脱臭方式の選定)

- ・本条件のような有機溶剤臭の場合、図 4-2 によって方式を選定すれば、燃焼法又は吸着法 (回収式) となる。
- ・しかしできれば排水の出ない方式がいいとの事業者からの要望があるので燃焼法となる。

- ・次の検討段階は、燃焼方式ではどの方式がマッチングするのかということになった。

本製造工程では、臭気ガス成分中にタール分が含有されていることがわかり、同じ燃焼方式でもどの方式が最良かという点で十分な検討が必要となった。触媒方式は、前処理剤を使用したとしても、タール分が触媒に悪影響を与える可能性が高いため、不適である。

直燃方式はこの種の製造工程ではかなりの実績があり、この処理については最適であると判断された。蓄熱方式の場合はタール対策として、臭気ガスをタール付着温度以上にプレヒートすることと、付着物のタールの蒸発温度以上に、ダクト、ダンパー及び蓄熱体下部を温度上昇することのできる空焼き方式を、オプションとして具備することで対応できると判断された。

- ・同じ燃焼方式でも、直熱式及び触媒式は、炉体の立ち上げ時間が 30 分程度と短いのに対して、蓄熱式は通常で 90 分程度かかるため、連続運転をしていないラインではこの点がネックになることが多い。

今回の場合、連続運転で、停止は年間で 2 回なので全く問題とならなかった。

- ・本ケースは、比較的溶剤の濃度が高いため、従来使用していた直燃方式が廃熱回収していたこともあり、蓄熱方式を採用したとしても自燃させるだけでなく、廃熱回収を行いたいとの要望が出された。蓄熱方式の大きな優位性として、一定の濃度があれば自燃させながら廃熱回収ができる点がある。この場合でも、自燃させながら常用 18kg / cm²G の蒸気を毎時約 4 トン取れることが分かった。脱臭炉を自燃させながら 4 トンの蒸気を廃熱回収できることになれば、直燃式と比べて運転費が圧倒的に安価になる。

当初全体設備費は、直燃方式より蓄熱方式の方が 10%程度高かったが、蓄熱方式の場合、自燃させながら廃熱回収が行われるため、運転費的には遥かに優位性があり、総合した経済面での評価では、蓄熱方式が優位に立った。

維持管理費

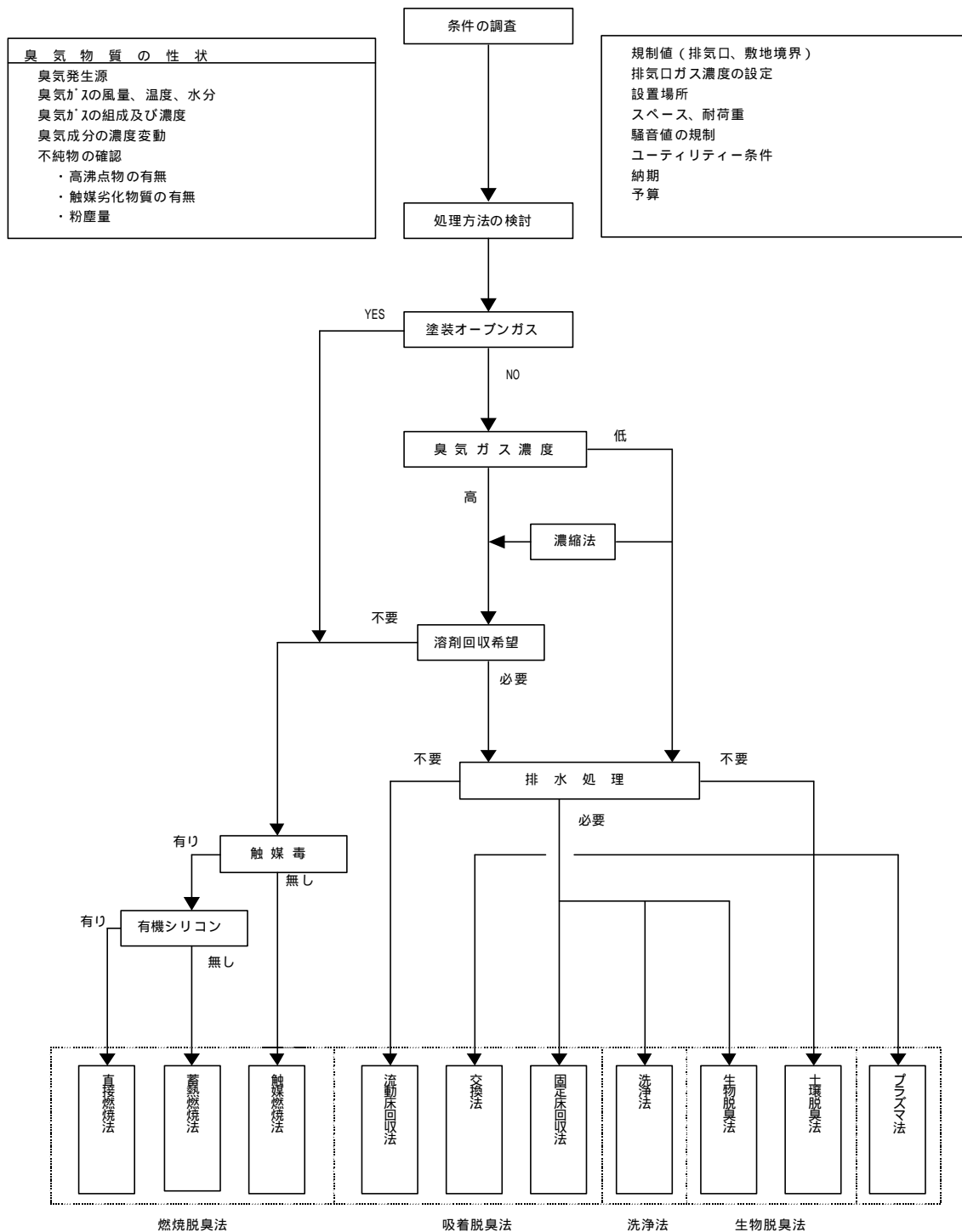
同じ燃焼方式で比較すると、維持管理費は蓄熱方式が一番安価である。次に安価なのが直燃方式で、触媒方式は、触媒自体の経年劣化が避けられない。一定のインターバルでの交換は避けられない。触媒の交換費用が比較的に高いため、維持管理費は高価となる。

総合評価

技術的には蓄熱式及び直燃式の両方式とも採用可能ということになったが、最終的には運転費の差が非常に大きく、蓄熱式を採用することとなった。

自燃させながら、廃熱回収もできるという蓄熱式の優位性が十分に発揮された典型的な例といってよいと思われる。

図 4-2 脱臭装置選定用フローシート(有機溶剤臭)



4.3 装置納入後の性能確認

装置メーカーが脱臭装置を納入、据付を完了すると、メーカーが各機器ごとのならし運転を行う。不具合のないことを確認すると、関係者立会いのもと装置の総合試験運転を行う。引渡し以降は事業者は自ら装置運転を行うことになるので、装置及び各機器の性能、運転方法、メンテナンス方法などに関して十分に精通する必要がある。

< 解説 >

脱臭装置の総合試験運転は各機器単体及び組み合わせ試験完了後、一連の負荷をかけて一定期間（時間）運転し、各機器・装置間の連携運転による作動状況と脱臭機又は脱臭プラントとしての機能を確認するものである。

(1) ならし運転

各機器を現場手動で、一定期間（時間）運転する。運転中、各機器の温度、騒音、電流値等を測定し、不具合のないことを確認する。不具合があれば修理、調整する。

(2) 総合試験運転

装置の機能確認

機能確認は、機器（装置）を自動運転するに当たり、一連の機器（装置）が円滑に運転できるかどうか、また、維持管理の利便性はどうかを確認するものであり、原則として事業者の運転担当者の立会いのもとに行う必要がある。

指摘事項があれば速やかにその改善・手直しを行うべくメーカーに指示し、結果の報告を義務付ける。

脱臭性能確認

装置（脱臭システム）が順調に稼動することを確認できたら、できるだけ実ガス（臭気）又はそれに準ずる負荷をかけて測定を行う。

脱臭装置の入口、出口でサンプリングバッグに同時採取し簡易測定及び公定法による臭気の測定を行う。簡易測定は臭気の性状により検知管やニオイセンサー、各種ガスモニターなどを用いるが、入口、出口の採取臭気を実際に数人で嗅いだり、2人で行う簡易嗅覚測定法などによる方法もある。

報告書

脱臭装置の総合試験運転報告書として、一連の納入仕様書や図面類のほかに次のようなものが必要である。

- ・ 総合運転試験実施工程表
- ・ 機器一覧表
- ・ 機器チェックリスト
- ・ 騒音測定表

- ・臭気測定結果（実負荷による性能試験成績表）
これらの一部の例を参考資料に示す。