

小規模事業所用脱臭システムの開発

脱臭装置の試作と評価

青山 進, 山本 健, 中濱久雄^{*1}, 松浦 力

Development of Deodorization System for Small-scale Office

Trial production and evaluation of deodorization system

AOYAMA Susumu, YAMAMOTO Ken, NAKAHAMA Hisao and MATSUURA Tsutomu

We made the deodorization system of the about 1m³/minute largest air capacity as an experiment. The deodorization system was equipped with the adsorption unit which has the thermal regeneration mechanism and the decomposition unit which decomposes the stink substance produced by thermal regeneration.

As a result of evaluating the deodorization system in sealed constant temperature constant humidity indoor, 80ppm (toluene 8.7g in the weight conversion) and 250ppm (toluene 26.0g in the weight conversion) toluene concentrations of the indoor turned into respectively 18, 45ppm after 2 hours. After the adsorption process, thermal regeneration of the adsorption unit was carried out for 20 minutes with the heater temperature of 180°C. When the toluene which carried out heating desorption was introduced into the decomposition unit, the carbon dioxide increased largest 80ppm (0.088g/minute) by the decomposition

加熱再生機構を有する吸着ユニットと、加熱再生によって生じた悪臭物質を分解する分解ユニットを搭載した、処理風量が最大約 1m³/分の脱臭装置を試作した。

試作した脱臭装置を密閉した恒温恒湿室内で性能評価を行った結果、室内のトルエン濃度 80ppm（重量換算でトルエン 8.7g）、250ppm（重量換算でトルエン 26.0g）が 2 時間後にそれぞれ 18, 45ppm になった。また、吸着処理後、吸着ユニットをヒーター温度 180°C で 20 分間加熱再生し、加熱脱着したトルエンを分解ユニットに導入した時、分解によって二酸化炭素が最大 80ppm（0.088g/分）増加した。

キーワード：加熱再生、吸着ユニット、分解ユニット、脱臭装置、トルエン

1. 結 言

平成 16 年度悪臭防止法施行状況調査より悪臭に対する苦情件数は全国で 19,657 件と依然として高い傾向にある。特に工場およびサービス業に対する苦情件数は工場で 3,015 から 3,625 件、サービス業で 2,763 から 3,230 件と増加傾向にあることから、悪臭防止対策の重要性は依然として高い状況にある。

悪臭防止対策の一つとして脱臭技術があり、その方法には洗浄法、吸着法、オゾン酸化法、生物脱臭法、燃焼法、消臭剤噴霧法、プラズマ脱臭法、光触媒脱臭法等様々なものがある¹⁾。これらの中で吸着法は装置として最も多く利用されている²⁾。吸着法の特徴は、低濃度で大風量の悪臭をコンパクトな装置で除去できることである。

しかしながら、吸着法では吸着剤の吸着能力が飽和に

達してしまうと脱臭能力がなくなることから、吸着剤の交換もしくは再生が必要となる。吸着剤の再生は交換の手間等を考えると、装置内の再生の方が装置外の再生より望ましい。装置内の再生方法は、比較的簡易な装置で行える加熱による脱着再生がよいと考える。

また、装置内再生で脱着した悪臭は、室内にそのまま排出することはできないことから、悪臭成分の分解による無臭化、無害化が必要となる。分解方法は、オゾン、燃焼、プラズマ、光触媒等を利用した方法がある。これらの中で光触媒は比較的簡易な装置で行えるメリットがある。

そこで本報告では、加熱再生機構を有する吸着ユニットと、加熱再生によって生じた悪臭物質を分解する分解ユニットを搭載した、処理風量が最大約 1m³/分の脱臭システムを試作し、性能評価を行った結果について報告する。

2. 脱臭システムの試作

2.1 吸着ユニットの作製

脱臭システムに用いた吸着ユニットの構造を図1に、作製した吸着ユニットを写真1に示す。吸着剤を固定化したステンレス板（250mm×100mm×1mm，26枚）の間にヒーターを通した通気孔を有するスペーサー（25mm×100mm×4mm，25枚）をはさんで固定した構造にすることにより、加熱温度分布が良好で圧損の少ない吸着機構を有する吸着ユニットを作製できた。

吸着剤は活性炭（太閤H，二村化学工業㈱）を用い、ケイソウ土（和光純薬工業㈱および片山化学工業㈱）および10%アクリル共重合エマルジョン水溶液（YC-50，サイデン化学㈱）とを重量比1：1：3で混合したものをステンレス板に塗布，乾燥して固定した³⁾。固定した吸着剤は密着性および比表面積（約350m²/g）が良好で，高温耐久性（耐熱180℃）も良好であった。

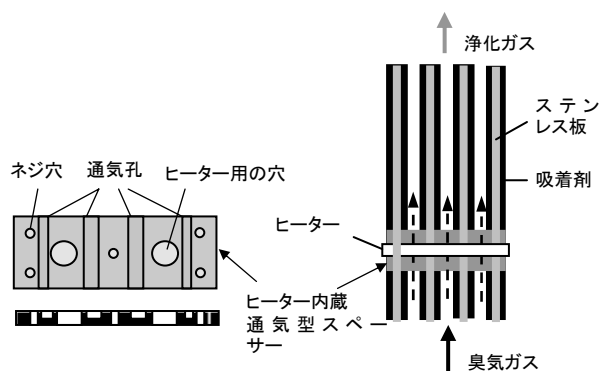


図1 吸着ユニットの概略図

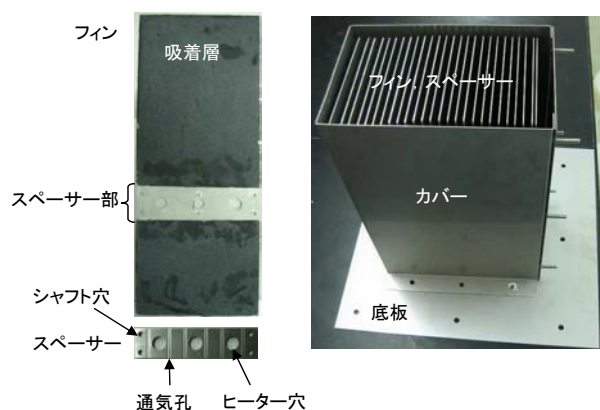


写真1 作製した吸着ユニット

2.2 分解ユニットの作製

脱臭システムに用いた分解ユニットの構造を図2に、作製した分解ユニットを写真2に示す。光触媒シリカゲルは前報¹⁾でトルエンの脱臭に適していたHQC21（平均細孔径15nm，新東Vセラックス(株)）を用い，紫外線光源

として6Wブラックライト蛍光灯（FL6BLB，東芝ライテック(株)）を30本用いた。

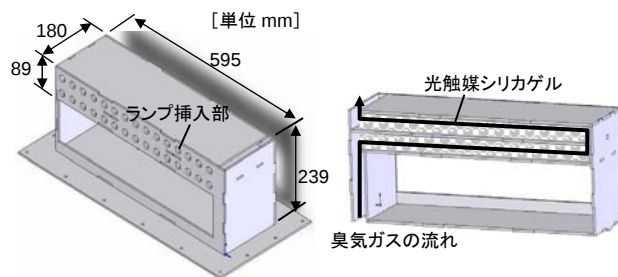


図2 分解ユニットの概略図



写真2 作製した分解ユニット

2.3 脱臭装置の試作

加熱再生機構を有する吸着ユニットと，加熱再生によって生じた悪臭物質を分解する分解ユニットを搭載した，処理風量が最大約1m³/分の脱臭装置を試作した。装置の概略を図3に，試作した脱臭装置を写真3に示す。

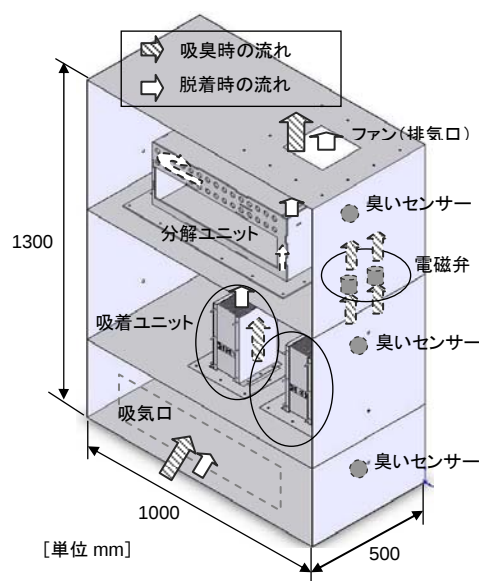


図3 試作脱臭装置の概略図



(脱臭装置内部)

写真3 試作した脱臭装置

吸着時は電磁弁を開き、脱着時（吸着ユニットの加熱再生時）は電磁弁を閉じる。光触媒シリカゲルが充填されている分解ユニットには臭気ガスが通過しにくいいため、電磁弁が開いた状態では分解ユニットに臭気ガスが流れにくいことになる。

3. 性能評価方法

3.1 評価に使用した部屋

評価は恒温恒湿室（幅 2.5m, 奥行 3.4m, 高さ 2.68m）で行った。恒温恒湿室内に脱臭システムを置き、室内の通気孔等の室外に漏れる可能性のあるところをビニールシートでふさぎ、入口の扉を閉めた状態で試験ガスを発生させ、脱臭システムの評価を行った。

3.2 試験ガスの作製

脱臭システムの性能を評価するための試験ガスとしてトルエンガスを使用した。試験ガスは3.1の恒温恒湿室内でトルエン（試薬特級，和光純薬工業(株)）を10または30ml入れたステンレスパットを140℃のヒーター上で加熱させることにより発生させた。恒温恒湿室内に扇風機を置き、トルエン加熱開始から30分間稼働させた後、扇風機、ヒーターを停止し、脱臭システムの評価を開始

した。恒温恒湿室内の濃度はトルエン10mlで80ppm, 30mlで250ppmとなった。

3.3 脱臭システムの性能評価試験

脱臭システムの性能評価は脱臭システム稼働時の恒温恒湿室内のトルエン濃度と恒温恒湿室内および分解ユニット出口の二酸化炭素濃度により行った。

恒温恒湿室内のトルエン濃度はタイゴンチューブを用いて室内の空気を室外に導き、容積3Lのテドラーバッグに採取し、トルエン検知管（No. 122, 122L, (株)ガステック）により測定した。

また、恒温恒湿室内および分解ユニット出口の二酸化炭素濃度はタイゴンチューブを用いて室内および脱臭システム内の分解ユニット出口の空気を室外に導き、二酸化炭素分析計（LX-720, 飯島電子工業(株)）にチューブを接続して測定した。

4. 結果および考察

室内のトルエン濃度 80ppm（重量換算でトルエン 8.7 g），250ppm（重量換算でトルエン 26.0 g）において、試作した脱臭装置の性能評価を行った結果を図4、図5に示す。

吸着ユニットによる吸着時では、室内のトルエン濃度 80ppm, 250ppm が2時間後にそれぞれ18（除去率78%）、45ppm（除去率82%）になった。

吸着処理後、吸着ユニットのヒーターを作動させるとともに、ブラックライトを点灯、電磁弁を閉じ、吸着ユニットを温度180℃で20分間加熱再生した。加熱脱着したトルエンは分解ユニットを通過し、光触媒シリカゲルによって分解され、室内に排気される。分解によって分解ユニット出口の二酸化炭素が最大80ppm（0.088 g/分）増加した。これは、トルエンが0.026g/分で分解されたことに相当する。この分解効率で部屋内のトルエンをすべて分解するのに要する時間を計算した場合、80ppmで約5.5時間必要である。

また、吸着ユニットの加熱再生後、分解ユニットで処

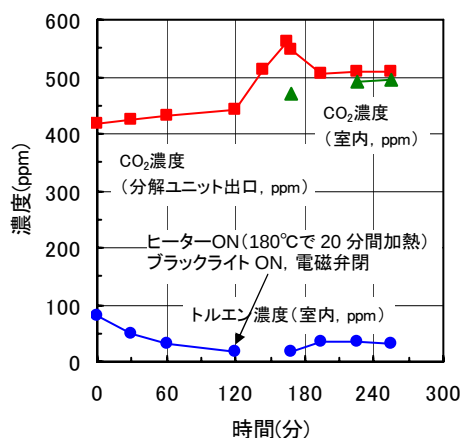


図4 脱臭装置の性能評価（トルエン濃度 80ppm）

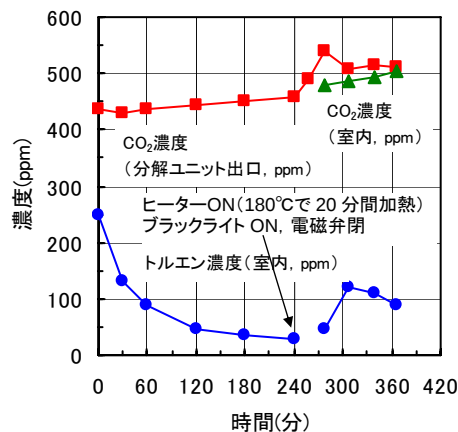


図5 脱臭装置の性能評価（トルエン濃度 250ppm）

理しきれないために室内のトルエン濃度が増加した。室内のトルエン濃度が増加しない吸着ユニットの加熱再生条件の検討が必要である。

分解ユニットでは、トルエン分解処理後、光触媒反応によって一部のトルエンが炭化されて光触媒シリカゲルに残り、薄茶色に変色する課題が残った。この変色は、紫外線照射によって徐々に除去されるが、長時間を要することから、今後は光触媒材料の改良が必要である。

5. 結 言

試作した脱臭装置を密閉した恒温恒湿室内（幅 2.5m，奥行 3.4m，高さ 2.68m）で性能評価を行った結果，室内のトルエン濃度 80ppm（重量換算でトルエン 8.7 g），250ppm（重量換算でトルエン 26.0 g）が2時間後にそれぞれ 18ppm（除去率 78%），45ppm（除去率 82%）になった。また，吸着処理後，吸着ユニットをヒーター温度 180℃

で 20 分間加熱再生し，加熱脱着したトルエンを分解ユニットに導入した時，分解によって二酸化炭素が最大 80ppm (0.088 g /分) 増加した。これは，トルエンが 0.026 g /分で分解されたことに相当する。この分解効率で屋内のトルエンをすべて分解するのに要する時間を計算した場合，80ppm で約 5.5 時間必要である。

文 献

- 1) 檜山和成：事例にみる脱臭技術，工業調査会，1999，p.40-60.
- 2) 檜山和成：事例にみる脱臭技術，工業調査会，1999，p.39.
- 3) 山本 健ほか 3 名：広島県立東部工業技術センター研究報告，**18**, 39-43 (2005).
- 4) 青山 進ほか 3 名：広島県立東部工業技術センター研究報告，**18**, 44-47 (2005).