

## ノート

## 活性炭の効率的な脱着方法の検討

佐藤 俊彦<sup>\*1)</sup>

## Efficiency of VOC Desorption from an olive-based activated carbon

Toshihiko Sato<sup>\*1)</sup>

キーワード：VOC，揮発性有機化合物，吸着，脱着，活性炭

Keywords：VOC, Volatile Organic Compounds, absorption, desorption, activated carbon

## 1. まえがき

VOC（揮発性有機化合物）処理装置において、吸着処理方式の場合は、一般的に活性炭が使用されている。活性炭は、VOCの吸着と脱着を繰り返して使用されているが、脱着が不完全で、処理効率が悪化することが問題となっている。特に、印刷工場で使用されるイソプロピルアルコール（IPA）と塗装工場で使用されるトルエンについて、中小企業向け小型VOC処理装置を開発するために、安価で効率の良い脱着方法をもとめて本研究を実施した。

## 2. 実験方法

2.1 吸脱着特性測定装置 はじめに、活性炭の吸脱着特性を測定する装置を製作した。図1に構成を示したとおり、排気側に設置した真空ポンプで管内を負圧にして、①に接続し処理ガスを発生させる、②活性炭槽（ステンレス製の円筒で内径42mm，高さ175mm）を通過させ、③でドラフトへ排気をする。VOC気化器は自作で、液体を定量滴下し加熱蒸発させる方式である。活性炭槽の前後にはVOC用のガスセンサを配置し、連続監視を行う（入力側は触媒燃焼型、出力側は半導体型センサ）。

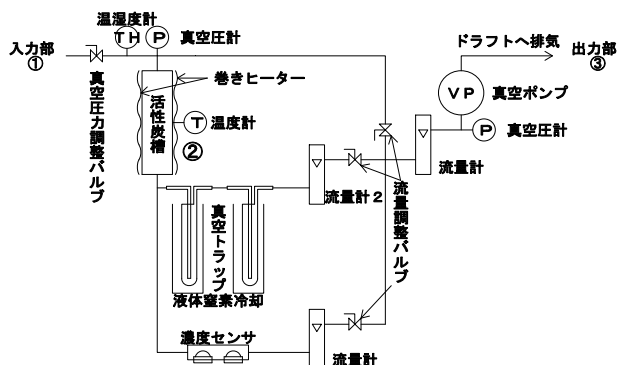


図1. VOC吸脱着特性測定装置の構成

脱着時には、活性炭槽の温度を槽の外壁に巻いたヒータで制御して昇温し、活性炭槽からの排気ガスは液体窒素で冷却してVOCを回収する。吸脱着時の送風はダウンフローで、

\*1) 地域結集事業推進部

データは専用ソフトウェアでリアルタイムに記録する。図2に製作した吸脱着特性測定装置とその周辺機器の写真を示す。

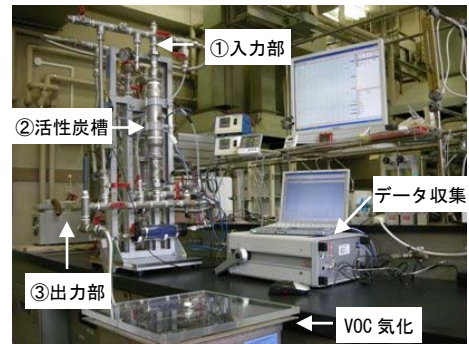


図2. 吸脱着特性測定装置と周辺機器

2.2 試料 活性炭1種類とVOC2種類を使用した。

活性炭：日本ノリット（株）製GF45（粒状，オリーブベース）を活性炭槽に120g装填し，吸脱着開始前に温度160℃，圧力0.01MPa以下で6時間以上脱ガスした。

VOC：イソプロピルアルコール（IPA）及びシンナー（成分はトルエン53（v/v）%，キシレン20（v/v）%，n-ブタノール27（v/v）%）。試薬は，すべて和光純薬工業（株）製和光1級品を使用した。

2.3 実験手順 IPAとシンナーについて，1条件当たり吸着3回，脱着3回を下記の通り行った。

(1) 吸着 入力部①（図1）に接続したVOC気化器で約3,000～6,000ppm濃度のVOCを発生させ，活性炭槽②へ12l/min（線速度0.14m/s）で送風する。吸着中は，活性炭槽通過後のVOC濃度をセンサで監視をして，濃度が50ppmになったところで活性炭が飽和（破過）したとみなしてガス導入を終了する。なお，この閾値50ppmは，日本産業衛生学会のトルエンの許容濃度に関する勧告値<sup>(1)</sup>である。図3に破過状態に至るガスセンサと湿度センサの出力変化を示す。

縦軸の出力値はセンサ毎に増幅度が異なるので同一スケールではない。横軸は共通で経過時間を表している。ガスセンサ（出力側）の曲線から，活性炭槽から低濃度のVOC

が漏れ出してから約 2 時間で 50 ppm に至ることが読み取れる。活性炭槽の破過後と吸着前の重量の差を吸着量とし、活性炭重量で割ったものを吸着率とした。

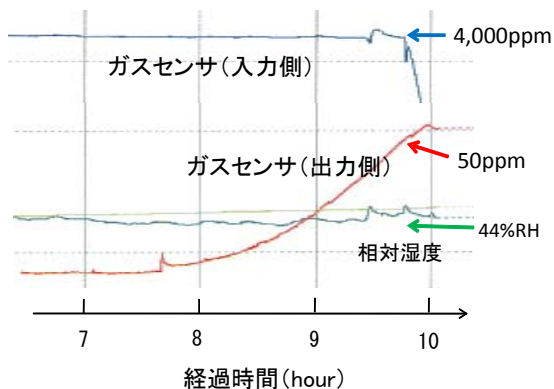


図 3. 吸着時のガスセンサと湿度センサの出力 (破過は 50 ppm)

(2) 脱着 IPA の場合は、VOC を含まない空気を 5 l/min (線速度 0.06 m/s) 一定で流して 2 時間の脱着を行った。活性炭槽の外壁には温度制御機能の付いたヒータを取り付け、外壁の温度を 80 °C または室温に設定した。また、流量調整バルブを用いて活性炭槽内の圧力を 0.03 又は 0.01 MPa にした。シンナーの場合は、圧力を 0.02 MPa として、送風量を 30 l/min (線速度 0.36 m/s)、10 l/min (0.12 m/s)、5 l/min (0.06 m/s)、1 l/min (0.012 m/s) と変化させた。外壁の温度は 80 °C としたが、送風量 1 l/min のときは室温の特性も測定した。活性炭槽の脱着前後の重量差を脱着量とし、活性炭重量で割ったものを脱着率とした。

### 3. 実験結果と考察

3.1 IPA の吸脱着率 活性炭槽の外壁温度と圧力を変化させて吸脱着率を測定した結果を図 4 に示す。

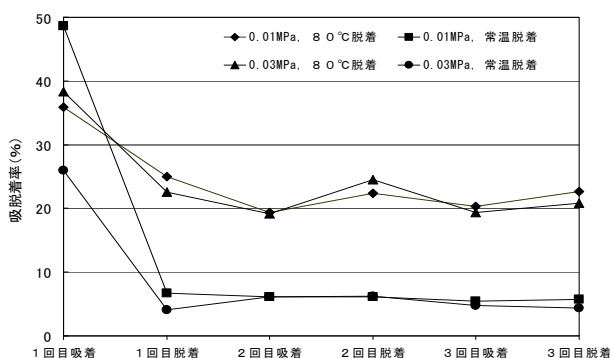


図 4. IPA の吸脱着率に及ぼす温度と圧力の影響

温度 80 °C の脱着率は、平均 23 % であった。これに対して室温で脱着させた場合、脱着率は平均で 5.5 % であった。第 1 回目の脱着率が悪くなるとその後の吸着量も小さくなり、吸脱着サイクル全体の効率が悪化した。第 1 回目の吸着率は試料により大きな差があったが、第 2 回目以降の吸着率は同一脱着条件下では差が小さかった。また、圧力による吸脱着率

の変化は実験の範囲内では認められなかった。

IPA で第 1 回目の吸着率にバラつきが現れたのは、吸着実験時の湿度が影響したためと思われる。VOC 気化器には室内の空気をそのまま導入して使用したために、実験室内の水蒸気が活性炭に優先的に吸着され、そのまま残留して水溶性の IPA の吸着を増加させたことが考えられる。Juan ら<sup>(2)</sup>に同様の現象が報告されているが、現在、湿度の影響について実験を準備しており次回に報告をしたい。

3.2 シンナーの吸脱着率 脱着時の送風量を変化させて吸脱着率を測定した結果を図 5 に示す。

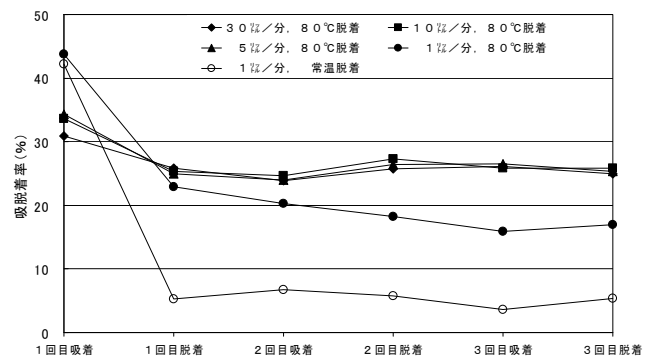


図 5. シンナーの吸脱着に及ぼす送風量と温度の影響

送風量 5~30 l/min の範囲では吸脱着特性は同様であったが、送風量を 1 l/min と小さくした場合には脱着率が悪化した。また、温度を室温にした場合は IPA の場合と同様に低い吸脱着率になった。

### 4. まとめ

IPA とシンナーに関して、実験に使用した活性炭では、温度 80 °C、2 時間程度の脱着で、活性炭重量の約 20 % の吸脱着サイクル運転が、可能であることが明らかになった。脱着時の活性炭槽の温度が、吸脱着の効率に大きく影響し、圧力は実験した 0.01 と 0.03 MPa (約 0.1 と 0.3 気圧) では効率の変化が認められなかった。また、脱着時の送風量は、シンナーの場合 5 l/min (線速度 0.06 m/s) 以上で脱着効率に影響がなかった。VOC 処理装置で、脱着時に有効かつ最少の送風量が存在し、低コストで効率の良い運転につながる可能性があることが明らかになった。

なお本研究は、科学技術振興機構 (JST) の委託による東京都地域結集事業プログラム「都市の安心・安全を支える環境浄化技術の開発」の一部として実施された。

(平成 21 年 7 月 17 日受付, 平成 21 年 10 月 23 日再受付)

### 文 献

- (1) 石油化学工業協会 製品安全データシート(20005) <http://www.jpca.or.jp/>
- (2) Juan J. Rodriguez: "Influence of Water Vapor on the Adsorption of VOC's on Lignin-Based Activated Carbons," Separation Science and Technology, 40, pp. 3113-3135 (2005)