

(様式 11)

平成 2 5 年 11 月 13 日

学 位 論 文 審 査 要 旨 (課程博士)

東京農工大学大学院工学府長 殿

審査委員 主査 亀山 秀雄
副査 山下 善之
副査 滝山 博志
副査 桜井 誠
副査 伏見 千尋



| | |
|--|--|
| 学位申請者 | 応用化学 専攻 平成 21 年度入学 学籍番号 09832702 |
| | 氏 名 山口 俊雄 |
| 申請学位 | 博 士 (工学) |
| 論文題目 | 活性炭と通電加熱アルマイト触媒を用いた低濃度 VOCs 処理システムの研究と開発 |
| <p>論文審査要旨 (2000 字程度)</p> <p>浮遊粒子状物質 (以下「SPM」という) や光化学オキシダントに係る大気汚染の状況は、産業の成熟や発展とともに、いまだ深刻である。現在でも光化学オキシダントによる健康被害が数多く届出されており、緊急に対処することが必要とされている。政府による VOCs ガス排出量削減方案が推進され、大規模装置での排出量削減はほぼ計画通りとなったが、中小規模装置においては経済的理由からか、削減は遅々としている。</p> <p>このような状況下、VOCs 処理のための追加の燃料やエネルギーを極力抑えた、そして設備費が廉価で保守の容易な処理装置が要請されている。その対処策として、特に、自然不可能な低濃度 VOCs ガスを対象として、低濃度 VOCs ガスを吸着設備で濃縮することにより、補助燃料或いは追加のエネルギーを無くすか或いは最小とする、燃焼或いは回収処理設備が考えられる。</p> <p>そこで、低濃度 VOCs ガスを対象とした、省エネ型で、低コストで保守が容易、地球環境への影響が小さい VOCs 処理システムの実現を目的として本研究を実施した。</p> | |

第 1 章「緒論」では、研究開発を行うに当たり実施した調査・検討結果を記した。主な調査及び検討項目は下記のとおりである。

- (1) 吸着技術の応用分野及びこれまでの発展概要
- (2) VOCs ガスに関する排出規制、処理技術の現状
- (3) 活性炭などによる VOCs 吸着・濃縮技術、および処理システム
- (4) まとめ（成果と考察）において本研究関連分野について俯瞰し、本研究の新規性についてレビューを行った。特に、低濃度域での吸着および脱離濃縮に関する実験データや解析が非常に少ないようである。

第 2 章「活性炭による低濃度トルエン吸着での MTZ 法および LDF モデル使用非線形回帰による吸着特性の検討」では本研究遂行の上で必要とされる基礎データの取得および研究開発で必要とされる検討ツールの検討結果について記述する。

VOCs ガスとして代表的なトルエンを選択し、市販の椰子がら粒状活性炭を充填した固定層を用いて、ガス流通法により吸着実験を実施した。トルエン低濃度領域 50～1600 ppm（主として自然し難い 500 ppm 以下）、温度 30～180℃、流速 0.18～0.55 m・s⁻¹ で吸着実験を行い、最初に、吸着平衡が Langmuir 式で表わせることを確認し、次に定形濃度分布の形成を前提とする解析の手法の MTZ 法（定形物質移動帯の解析による）により気相濃度基準総括物質移動容量係数（以降、濃度基準総括物質移動容量係数と記載）を算定し、吸着平衡及び吸着速度に関する特性を明らかにした。つぎに Langmuir 式、濃度基準総括物質移動容量係数を変数とする濃度基準線形推進力近似法モデル（以降 LDFC モデルと記載）に基づく数値計算による破過曲線と、実験でえられた破過曲線との非線形回帰によるカーブフィッティング（以降、LDFC カーブフィッティング法と記載）により、濃度基準総括物質移動容量係数を算定し、MTZ 法で算定された値との比較により、LDFC カーブフィッティング法に基づく濃度基準総括物質移動容量係数算定法の妥当性を明らかにした。上記実験範囲において、吸着平衡は Langmuir 式で表現できること、常温付近の吸着操作では吸着層入口ガスのトルエン濃度の濃度基準総括物質移動容量係数への影響は小さく、ガス流速、吸着温度の影響が大きいことを定量的に確認した。また、実験領域での LDFC モデル使用の妥当性と同時に、効率の良い手法であることを明らかにした。

第 3 章「活性炭による吸着濃縮操作と通電アルマイト触媒燃焼を組み合わせた新 VOC 処理プロセスの研究と開発」は、ラボ試験結果に基づいて、脱着濃縮特性に関する検討結果および新たな VOCs 処理システムの評価結果について記載している。

自然の不可能な或いは困難な低濃度 VOCs ガスの処理に関して、単成分ガスでの吸脱着濃縮実験を実施し、脱離ガス（ページガス）流量を減じて VOCs ガスを濃縮し自然可能とする、あるいは燃焼に必要な補助エネルギーを最小とする、新たな処理システムについて基本的な検討を行った。

VOCs ガスの吸着分離・濃縮について、ラボ試験結果をもとにシステムの妥当性を確認した。実装置での繰り返しの吸脱着操作を想定し、シミュレーションにより濃縮度を変化させた場合での、濃縮度のシステムへの影響について、脱離温度をパラメーターと

して検討を行った。提案するシステムによる、VOCs 処理システムの省エネ化、およびコスト低減の可能性を明らかにした。

第4章「TSA 法による除去・濃縮を目的とした低濃度トルエン-酢酸エチル混合ガスの固定層活性炭における吸脱着特性」は、実用装置で取り扱うことの多い多成分系 VOCs ガスの活性炭上での挙動を定量的に検討するための、VOCs 2 成分系ガスの吸着平衡・速度に関する研究の結果を記載した。

ガス流通法により低濃度酢酸エチル単成分と低濃度トルエン-酢酸エチル混合ガス系での吸着および脱着濃縮実験を実施した。吸着平衡は、単成分系では Langmuir 式、2 成分系では Langmuir-Extended 式で表現できることを確認した。また、常温付近での酢酸エチル単成分ガスおよび 2 成分系ガスの濃度基準総括物質移動係数は、フィードガス VOCs 濃度の影響を受けにくい、吸脱着量は吸着ガスの吸着平衡に大きく影響されることを確認した。これらより、低濃度、2 成分系ガス実験領域において Langmuir-Extended 式、LDF モデルおよび LDF カーブフィッティング法は、提案する新システムの研究開発、設計を進める上で、妥当性があると同時に有用性の高い手法であることを明らかにした。

第5章では、以上をまとめて本研究開発で得られた成果を総括し、提案する新たなシステム適用による VOCs 処理システムの省エネ化、およびコスト低減の可能性を明らかにした。

さらに、今後の課題を俯瞰し今後の方向性について考察した。本研究の成果は、関連分野での技術の進歩と研究開発推進に役立つものとする。また、化学工学が今後取り組むべき新たなテーマ、方法、方向性などを例示するものとする。

本学位論文の内容は国際学会で発表されたことや英文論文誌にも掲載されていることから、語学力も充分と判断できる。これらの点を鑑み、審査委員全員が一致して、山口氏が博士(工学)の学位を授与されるに値すると判定した。