

研究 成 果

<p>テーマ:4. 有害ガス・塵埃処理装置の開発</p> <p>サブテーマ:4-1 捕集・分解技術 (研究期間:平成 18 年 12 月～平成 22 年度)</p>
<p>サブテーマリーダー(所属、役職、氏名):(株)モリカワ(共同研究員)森川 潔[基本計画時]</p> <p>研究従事者(所属、役職、氏名):東京薬科大学(共同研究員)貝瀬利一、野田和廣、(研究補助員)三上泰地、宮下振一、菅原寿江、(株)日立プラントテクノロジー(共同研究員)宮林哲司、吉田輝久、日立プラント建設サービス(株)(共同研究員)加藤浩二、原口裕光、(株)モリカワ(共同研究員)森川潤一、インパクトワールド(株)(共同研究員)林 佑二、日本パリエーン(株)(共同研究員)富岡孝宏、木村英雄、東京工業塗装協同組合(共同研究員)吉川 孝、都産技研(雇用研究員)小島正行、萩原利哉、藤井恭子、阪口文雄、佐藤俊彦、小山利幸、(共同研究員)木下稔夫、平野康之、樋口明久、三尾 淳、武田有志、杉森博和、堀江 暁、植松卓彦、伊瀬洋昭、小坂幸夫、(研究補助員)平井正人、新川真二郎</p>
<p>1. 研究の概要、新規性及び目標</p> <p>①研究の概要</p> <p>VOC の新しい捕集及び分解技術の開発を目的に、主に以下の 5 項目の研究を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 塗装乾燥炉用処理装置の開発(平成 22 年 4 月～平成 23 年 3 月) ・ 金属繊維フィルターの開発(平成 21 年 4 月～平成 22 年 3 月) ・ 大風量低濃度処理装置の開発(平成 18 年 12 月～平成 22 年 3 月) ・ 土壌浄化装置の開発(平成 18 年 12 月～平成 22 年 3 月) ・ プラズマによる VOC 処理装置の開発(平成 18 年 12 月～平成 21 年 3 月) <p>②研究の独自性・新規性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本プログラムで開発した新触媒を利用して、塗装乾燥炉一体型処理装置を開発した。 ・ 金属繊維を編加工したミスト除去フィルターは他に例がない。 ・ 中小企業でも導入可能な、省面積で安価な塗装ブース用 VOC 処理装置はない。 ・ 狭小サイト向け土壌浄化装置が小規模クリーニング工場などで必要とされている。 <p>③研究の目標(フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に)</p> <p>フェーズ I では、省面積で安価な塗装ブース用大風量低濃度 VOC 処理装置開発のために、触媒・吸着材、ミスト除去フィルター、吸脱着システムなどの要素技術を開発する。また、プラズマによる VOC 処理装置及び土壌ガス吸引-触媒分解法による土壌浄化装置の開発を目指す。</p> <p>フェーズ II では、開発した要素技術を活用して、省面積かつ安価な処理装置を開発する。ただし、塗装ブース用 VOC 処理装置の開発は平成 21 年度で中止され、平成 22 年度は塗装乾燥炉用 VOC 処理装置の開発だけを行った。</p>
<p>2. 研究の進め方及び進捗状況(目標と対比して)</p> <p>・塗装乾燥炉用処理装置の開発</p> <p>排気ガスを調査した結果、乾燥炉排気量を削減するとともに、処理装置からの処理ガスを乾燥炉へ戻す循環方式とした。また、乾燥炉上部に処理装置を直接搭載することで設置面積抑え、連結ダクト類も短縮できることから省エネ構造を構築した。都産技研の研究「新酸化触媒と省エネルギー型悪臭分解装置の開発」により、乾燥炉容積1m³のVOC処理装置を試作し(図4-1-1)、メラミン塗装した試験片の実負荷試験で、本プログラムで開発した触媒が、VCO及び臭気共に除去率99%以上の性能を有することを確認した(図4-1-2)。この結果をもとに乾燥炉容積5m³の試算を行い、設備電力54%減、維持管理費52%減、設備</p>

費400万円

の結果を得た。

・金属繊維フィルターの開発

耐熱性金属繊維と水溶性高収縮繊維による交換糸を作製し、編成後に熱処理を施すことで面積を30%収縮させ、高密度化を図った。更に、収縮繊維の収縮力により金属繊維を不規則に変形させることで、不織布を模擬した網目構造を形成した。金属繊維編物は、製造方法によりフィルター性能を制御することが可能であった。

・大風量低濃度処理装置の開発

既存塗装ブースの標準的な排出ガス量10,000 m³/h、VOC排出量8 kg/日及び運転時間6時間/日から、VOC排出量を1.34 kg/h(トルエン換算VOC濃度32ppm)、塗装ブースミスト除去率を95%としてミスト排出量を0.058 kg/hとそれぞれ設定した。市販活性炭のVOC吸着量0.2kg/活性炭kgを開発目標に、第1案:破砕活性炭を使用して、塗装ブース排出ガス中のミストを金属フィルターで除去後、VOCを活性炭槽で吸着する方式、及び第2案:粉末活性炭を使用したバグフィルター方式で、円柱状バグフィルターに粉末活性炭をプレコートした後、排出ガスを流入させ、粉末活性炭層でミストとVOCを同時に除去する方式、の2案を検討した。第1案について、塗装用フィルター・吸着材性能試験装置を使用して、手動スプレーガンにて塗料を噴射した結果、活性炭槽の圧力損失は600Pa、ミスト・VOC除去率は100%であったが、活性炭の一部がミストで被覆され、VOC吸着量は数%低下し、長期運転は困難と判断した。第2案のバグフィルター方式については、可視化バグフィルター(ろ過面積0.5 m²)装置と塗装用フィルター・吸着材性能試験装置を組合せて実験した結果、活性炭の破過時間として実機10時間相当の耐久性を確保出来た。ミストの影響に関しては、活性炭層の圧力損失増加分80Pa、ミストとVOC除去率共に100%となり、実機運転時間6時間をクリア出来る結果が得られた。なお、本研究開発は平成21年度で中止した。

・プラズマによるVOC処理装置の開発

電源装置の出力改善と電極の大面积化により従来の6倍の出力を有する試作機を作製した。また、副生するオゾン量を低減させる運転条件の検討も行った。

・土壌浄化装置の開発

土壌ガス処理装置のプロトタイプを製作し、実地における浄化実験を行った。既存の光触媒によるVOC分解実験及び吸着材によるVOC吸脱着実験を実施した。また、光触媒の担持方法、吸着材の充填方法についても検討を行った。VOC分解菌について、リアルタイムPCR法(PCR: ポリメラーゼ連鎖反応)、PCR-DGGE法(DGGE: 変性剤濃度勾配ゲル電気泳動)を用いて実際の汚染土壌を調査した。平成21年度に間欠分解方式の装置を設計したが、実用レベルの処理装置の試作及びテーマ1で開発した材料の評価は、本項目が中止となったため実施しなかった。



図 4-1-1 試作機外観

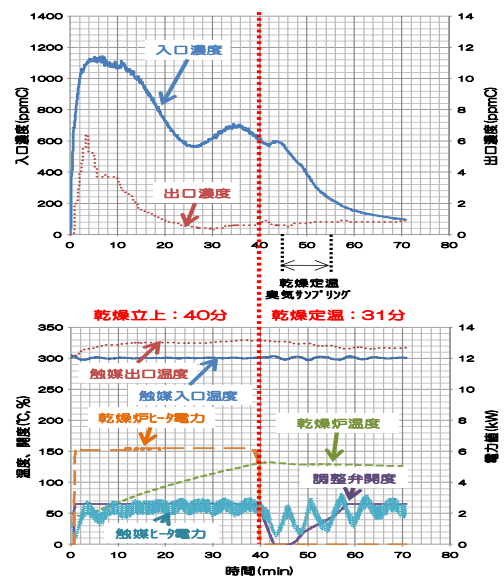


図 4-1-2 乾燥炉一体型試作機排ガス処理結果

3. 主な成果

- 開発触媒搭載と浄化ガス循環方式を採用し、下記特徴を有する塗装乾燥炉用 VOC 処理装置の製品仕様を決定した。(金額は乾燥炉容積 5 m³の装置のものである)

省エネで安価な運転費(従来方式の52%減で25万円/年)

省面積(乾燥炉・処理装置の一体化で設置面積ゼロ)

安価な設備費(400万円)

- 金属繊維フィルターの開発では、企業に技術移転し、ミスト捕集フィルターを製造販売する自動車塗装業などにサンプル出荷中である。図4-1-3に試作した金属繊維フィルターの外観写真を示す。図4-1-4に金属繊維の線径と積層枚数、及び捕集効率を示す。図4-1-5に市販品と開発品の捕集効率の比較を示す。開発品は市販品の使い捨てフィルターと比較して、捕集効率や圧力損失において優れたフィルター性能を有していた。また、トルエン洗浄による再生後も捕集効率の低下は認められず、再生利用が可能であった。

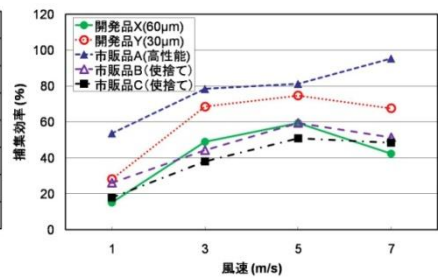
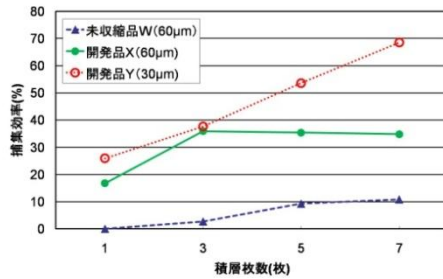


図4-1-3 フィルター外観 図4-1-4 線径・積層枚数と捕集効率 図4-1-5 捕集効率の比較

- 開発したプラズマによるVOC処理装置による酸化エチレン分解特性を図4-1-6に示す。最速で1分以内で法規制値(1ppm以下)を達成できた。酸化エチレンは、VOCの一種で、医療機関で滅菌ガスとして用いられている。

- 土壌浄化装置の開発では、光触媒を金属繊維に担持し、実験室における VOC 実験から分解機構の情報を得た。また、プロトタイプの実験装置による浄化実験を実施した。金属繊維担持光触媒のテトラクロロエチレン分解速度定数は 1.57 であり、目標値を満足することができた。更に、吸着材の VOC 吸脱着機構を熱重量測定-FTIR 発生ガス同時分析を用いて解析し、吸着量や最適な脱着温度に関する情報を得た。土壌中の VOC 分解菌の調査については、リアルタイム PCR 法により分解菌の有無を確認し、PCR-DGGE 法による網羅的な微生物相の解析を実施し、条件の最適化を行った。

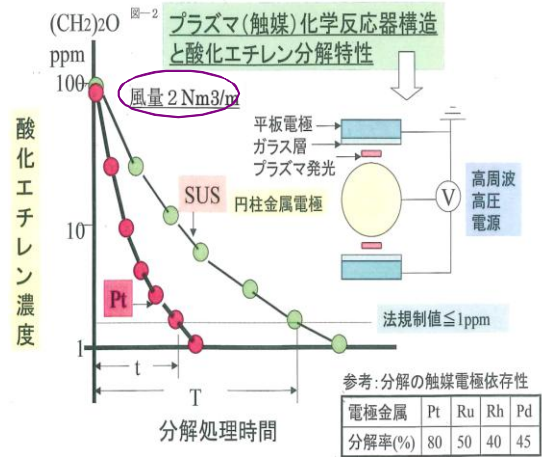


図 4-1-6 プラズマ方式による分解装置

特許出願件数:16 件、論文数:8 件、口頭発表件数:12 件

4. 研究成果に関する評価

①国内外における水準との対比

- ・ 塗装乾燥炉用 VOC 処理装置の省エネ、省面積、安価な価格に関しては、環境省と都環境局の VOC 脱臭処理技術評価ガイドのデータ比較から、国内トップクラスと判断できる。
- ・ 金属繊維フィルターは、既存のポリエステル繊維不織布などのものに比較して、再生使用ができない、短繊維の飛散が生じるなどの問題点を解決した。
- ・ 光触媒を利用した土壌浄化装置はすでに市場にあるが、光触媒の分解速度が遅いことから装置が非常に大型となる。本開発の間欠分解方式は、装置を小型化できる。

②実用化に向けた波及効果

- ・ 塗装乾燥炉用 VOC 処理装置について、省面積で低価格な維持管理費・設備費の処理装置の製品化の目途が立った。全国で稼働中の乾燥炉約 6 万台 (VOC 排出量は約 10 万トン/年) を置換えることにより VOC 削減が図れる。
- ・ プラズマによる VOC 処理装置の開発は、平成 20 年 12 月に中小企業基盤整備機構新連携補助金の「新連携コア企業」に認定された。また、平成 22 年度に「第 23 回中小企業優秀新技術・新製品賞」の「奨励賞」及び「産学官連携特別賞」を受賞した。
- ・ 土壌浄化装置の開発では、現場での実証実験により、重要なデータが得られた。
- ・ 金属繊維フィルターの開発では、企業 2 社と平成 22 年度に共同研究を実施した。無機繊維や収縮繊維の材質を、使用用途に合わせて選択することで、多種多様な用途に供することが可能であり、フィルター以外に、紙や食品加熱に用いられる燃焼バーナー用マットや断熱材などへの応用が期待できる。

5. 残された課題と対応方針について

- ・ 塗装乾燥炉用 VOC 処理装置について、実証試験を行い長期の耐久性等を検討する必要がある。
- ・ 金属繊維フィルターの開発については、材料として使用する金属繊維の価格が高い。安価な線材を利用するとともに、大量入荷によるコスト削減に努める必要がある。

	JST負担分(千円)							地域負担分(千円)							合計
	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	小計	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	小計	
人件費	1,500	7,200	6,500	18,000	0	0	33,200	0	600	2,500	2,200	15,900	0	21,200	54,500
設備費	14,600	25,300	16,100	4,000	0	0	60,000	0	112,700	81,800	8,700	14,600	0	217,800	277,800
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	15,900	9,000	4,200	9,600	0	0	38,700	3,200	81,100	27,000	14,400	10,300	0	136,000	174,700
旅費	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
その他	0	0	100	200	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	300
小計	32,000	41,500	26,900	31,800	0	0	132,200	3,200	194,400	111,300	25,300	40,800	0	375,000	507,200

代表的な設備名と仕様[既存(事業開始前)の設備含む]

JST負担による設備:加熱脱着 GCMS、ティーティング型ロボット塗装装置、マイクロ GC ほか

地域負担による設備:VOC・粒子除去フィルタ性能試験装置、ガス混合装置、リアルタイム PCR ほか