

# 小型 VOC 処理装置の実証試験

分析研究部 樋口 雅人

## 1 はじめに

### (1) 中小工場の現状

都内には塗装・印刷・メッキ・クリーニングなどの中小工場・事業場が多数存在している。これらの工場等では様々な化学物質が用いられており、なかでも溶剤などの揮発性有機化合物（VOC）は蒸発しやすいため、適切な処理（焼却、回収など）が求められている。しかしながら、現在、販売されている VOC 処理装置は比較的規模の大きい工場用のものが多く、処理能力やサイズが大きく価格も高い。このため、VOC の処理が十分行われていないことが多いのが現状である。中小工場等向けに、より安価で省スペース型の VOC 処理装置の開発・普及を促進することは、光化学オキシダントや浮遊粒子状物質による大気汚染を改善する上で重要である。



図1：小規模工場の例（塗装ブース）

### (2) 環境技術実証モデル事業とは

環境省が平成 15 年より開始した事業で、既に実用段階にある環境技術について公的な第三者機関が客観的に環境保全効果について実証することで普及を促進することを目的としている。優れた環境技術を持つ企業としては、より安価で性能の良い装置を開発するためのきっかけ



図2：環境技術実証モデル事業ロゴマーク（環境省）

となり、また利用者側からすると実証結果により性能に安心が持て、数社の結果を客観的に比較することもできる。環境省では平成 15 年度に病院等で用いられる滅菌剤（酸化エチレン<sup>注1</sup>）排ガス処理技術など、平成 16 年度には、メッキや金属加工を行う際の洗浄に用いられる有機塩素系脱脂剤（ジクロロメタン・トリクロロエチレン<sup>注2</sup>）処理技術などの実証を行っており、現在も対象技術を拡大している。

当研究所では、平成 15、16 年度に実証機関として、酸化エチレンの処理技術と有機塩素系脱脂剤処理技術の実証試験を行った。これらの物質は、いずれも室温では蒸発してしまう VOC の一種である。このうち、酸化エチレンは、手術などで用いるプラスチック器具等の滅菌<sup>注3</sup>に用いられており、人体への有害性も高い物質で急性毒性・慢性毒性があり、適切な排ガスの処理を行うことが必要である。そのため、東京都では一定規模の施設から排出される酸化エチレンガス濃度を 90 mg/m<sup>3</sup>（約 45ppm）以内に抑えるよう規制している。一方、有機塩素系脱脂剤は金属に付着した油などの洗浄に威力を発揮し、都内に 500 社ほど存在するメッキ業や金属加工業で大量に用いられている。

## 2 実証試験内容

### (1) 実証試験を実施した技術

実証試験は、技術の公募、東京都の委員会における選定、実証試験計画書の作成などの手続きを経て行われた。実証試験を実施した技術数を表 1 に示す。

表 1 実証試験 実施技術数

	平成 15 年	平成 16 年
酸化エチレン処理技術	6 技術	2 技術
ジクロロメタン等処理技術	-	2 技術

## (2) 酸化エチレン処理技術実証試験

実際に病院で使われる滅菌装置（容量が 50～150 L）のガス排出パターンを模したシミュレータと呼ばれる装置を用いて行った。このシミュレータに対象の処理装置を接続し、高濃度の酸化エチレンガスを処理装置に導入した（図 3）。処理装置の前後に、酸化エチレン濃度を測定するための連続炭化水素計を 1 台ずつ設置し、酸化エチレンガスの処理量（減少量）について測定した。処理後の低濃度の酸化エチレンガスについては、より正確に測定するためバッグにより排気を採取し分析を行った。同時に、消費電力、水量などについても実証した。

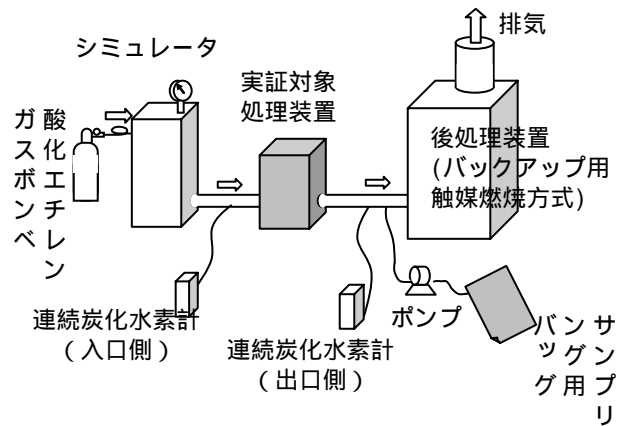


図 3 実証試験装置モデル図（酸化エチレン）

## (3) ジクロロメタン等処理技術実証試験

金属加工やメッキ業などで実際の洗浄槽から蒸発するジクロロメタン等の濃度を設定してガスを発生させて、処理装置に導入した。酸化エチレンと同様に処理前、処理後のジクロロメタン等の濃度を測定するとともに、回収したジクロロメタン等の量、純度、水分量などの項目についても実証を行った。

## 3 実証試験結果

### (1) 酸化エチレン処理技術

2 年間で計 8 技術について実証試験を行った。処理の方法は触媒による燃焼方式が 7、薬液に吸収させる方法が 1 であった。高濃度の酸化エチレンガスは爆発性があるため、薬液に吸収させる方法以外は各技術とも触媒に導入するまでの希釈方法に工夫を凝らしており、それぞれ特徴があった。結果を表 2 に示す。

表 2 酸化エチレン処理技術実証試験結果一覧

企業名	装置名	処理方法	希釈方法	処理効率 排気濃度	価格(円)	対象とする 滅菌器容量
A	酸化エチレン排ガス処理装置	触媒燃焼	装置内のタンクに一旦捕集し、順次処理	99.9%以上 0.4ppm	1,980,000	30～100L
B	NS 排ガス処理装置	触媒燃焼	外部空気により希釈し、連続処理	99.9% 2.9ppm	1,500,000	50～100L
C	卓上酸化エチレン浄化処理装置	触媒燃焼	装置内の活性炭に一旦捕集し、順次処理	99.9%以上 0.3ppm	2,150,000	100L
D	エチレンオキシドガス除去装置	触媒燃焼	外部空気により希釈し、連続処理	99.9%以上 0.6ppm	3,250,000	76～215L
E	EO ガス排出処理装置	触媒燃焼	外部空気により希釈し、連続処理	99.9%以上 <0.1ppm	3,500,000	115～223L
F	酸化エチレンガス除去装置	薬液洗浄	薬液に吸収させるため希釈は必要ない	99.9%以上 1.0ppm	4,200,000	100～150L
G	EOG 除去装置	触媒燃焼	装置内の活性炭に一旦捕集し、順次処理	99.9%以上 <0.1ppm	3,600,000	～250L
H	酸化エチレン処理装置	触媒燃焼	装置内の水に一旦捕集し、順次処理	99.9%以上 <0.1ppm	3,300,000	～250L

いずれの装置も排ガス中の酸化エチレンガス濃度が数 ppm 以下であり、東京都の酸化エチレンガス規制値である 45ppm を大幅に下回り、十分に処理されていることが実証された。

## (2) ジクロロメタン処理技術

2 技術について実証試験を行った。溶剤の回収方法としてはそれぞれ吸着剤による回収・真空脱着と、コンプレッサーによる圧縮と冷却による液化回収を採用している。結果を表3に示す。

I社の有機塩素系ガス回収装置は、2塔の吸着剤を交互に用い、一方が吸着している間に残りの片方が真空ポンプにより脱着を行っている。吸着剤は吸着する場となる細孔の径を調整することで、大気中の水を吸収しにくくするよう工夫されている。一方、J社の圧縮深冷凝集方式溶剤ガス回収装置では、回収したガスをコンプレッサーにより圧縮することで液化しやすくし、更に氷点下まで冷却することで溶剤を回収している。圧縮の際に発生する熱を再利用することでランニングコストを抑えるなどの工夫が見られた。

表3 ジクロロメタン処理技術実証試験結果一覧

企業名	装置名	処理方法	除去率 排気濃度	価格(円)	対象とした 溶剤
I	有機塩素系 ガス回収装置	吸着剤により回収、真空 脱着により液化	99.9%以上 <1ppm	7,000,000	トリクロロエチレン
J	圧縮深冷凝集方式 溶剤ガス回収装置	圧縮深冷凝集により溶剤 を液化、回収	99.9%以上 <1ppm	6,840,000	ジクロロエタン

いずれの装置も除去率（装置の入口濃度に対して排出濃度がどの程度減少したか）は99.9%以上となり、十分な環境保全効果が実証できた。回収した溶剤は安定性等の確認など未実証の項目があるものの再利用が可能で、ユーザーにも溶剤コストの低減というメリットがあるものと思われる。

## 4 今後の課題

今回の実証試験の結果は東京都、環境省のホームページに掲載している。今後は、本実証試験の結果が、VOC処理装置の普及にどの程度の効果があるかを追跡調査する必要性があると思われる。また、本実証試験はシミュレータを用いて比較的短期間で実証しているため、耐久性や長期間の使用による問題の発生の有無などについて可能な限りフォローアップしていく必要があると思われる。

## 用語説明

- 注1) 酸化エチレン：無色・透明の液体。穏和な温度条件（50～60 程度）で利用できるため、熱に弱いプラスチックや内視鏡等の精密な器具を滅菌するのに適している。急性・慢性毒性がある他、発がん性も疑われる物質で、環境省の指定する優先取り組み物質に指定されている。
- 注2) ジクロロメタン・トリクロロエチレン：金属等についた油を溶かす能力が高く、難燃性であるため他の溶剤に比べ取り扱いが容易であるが、急性・慢性毒性があり、発がん性も疑われている。
- 注3) 滅菌：細菌・ウイルス等をガス、高温蒸気、放射線等により死滅させること。消毒や殺菌よりも強い条件で行われる。対象が金属であれば高温蒸気（オートクレーブ）が適しているが、熱に弱い器具の場合ガス滅菌や放射線等が用いられる。放射線等は専用の施設が必要となるため一般の病院には適さず、ガス滅菌が一般的。