

【225】

氏名	松野儀三 まつのよしぞう
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第346号
学位授与の日付	昭和45年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	排ガス中の粉じん除去に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 平岡正勝 教授 吉岡直哉 教授 高松武一郎

論文内容の要旨

本論文は最近社会問題化している大気汚染防止に用いられる排ガス中の粉じん除去装置の粒子捕集機構を明らかにし、装置の合理的設計法を確立するために行なった研究成果の報告であって、序論および三編四章からなっている。

序論では、本論文の理論展開の基礎となる単一捕集体による慣性、さえぎり、拡散、重力沈降による衝突効率について従来の研究者の結果を要約し、各研究者が結果が実験条件および境界条件によって異なることを示し、さらに装置内では数種の捕集機構が複雑に重なり合うため装置工学的な研究が必要であるとの観点を示し、本論文の目的を明らかにしている。

第I編では湿式集じんを取り上げ、泡沫層、液滴による粒子捕集に注目し、理論的実験的研究を行なっている。

第I編第一章では泡沫層による粒子捕集効率の研究を行なっている泡沫層を形成する気液接触装置はガス吸収、蒸留などの物質移動装置として広く用いられているが、集じん装置としてはあまり利用されておらず、その捕集機構の研究は皆無に近い。著者は多孔板を有する気液接触装置により捕集効率に対する泡沫層高さ、液量、ガス量などの操作因子の影響を詳細に測定し、多孔板塔が集じん装置としても有効であり、とくに液ガス比が従来の湿式集じん装置に比べて小さくとれることを明らかにしている。つぎに液中に単一泡沫が発生するとき、泡沫中に旋回気流が生じ、この旋回気流のために粒子が液面に衝突、拡散、沈降の機構により捕集されるモデルを粒子群に拡張し、流動モデルと組み合わせて装置の捕集効率を理論的に解析している。そしてこれらの理論解析から装置捕集効率は著者の定義する洗浄係数によって整理できることを示し、実験結果と比較して装置効率の計算式を導き、これを多段に拡張している。

第I編第二章は液滴による粒子捕集効率の研究結果であり、本論文中著者が最も力を注いだものである。まず、単一液滴と粒子の衝突効率を粒子の周りの流れがポテンシャル流れの場合の粒子運動方程式を解いて求めている。つぎに、この単一液滴の結果を基礎として、液滴群がガス中の粒子群と十字流中に接

触する際の粒子捕集効率の理論解析を詳細に行なっている。すなわぬ、粒子群、液滴群として代表径を用いる場合、分布を考慮する場合の八通りの組み合わせモデルについて数種の粒径分布関数を用いて計算し、各モデルによる総括捕集効率の差を定量的に示している。実験装置としては回転円盤噴霧装置を用いて、液量、ガス量、回転数および液滴、粒子粒径分布の影響を測定して、理論解析の妥当性を確かめている。装置設計にあたっては、これらの理論的実験的研究結果を基に、液滴径に最適値、装置径に限界値のあることを述べている。

第Ⅱ編では、ミクロンあるいはサブミクロン程度の微粒子の捕集に対して広く用いられているフィルター集じんについての研究成果をまとめている。従来、フィルターによる集じん機構の解析は繊維を単一円筒と考へて、慣性衝突、さえぎり、拡散、沈降、静電気力による捕集効率の理論的実験的研究が数多く行なわれているにもかかわらず、繊維の構造の複雑性、実験技術の困難性により統一的な結果がえられていない。著者は繊維を一定間隔に配列したモデルフィルターを作成し、これを一つの標準と考へ、これとの比較により実際の複雑な構造の繊維フィルターの結果に統一的な解釈を与える試みを行なっている。0.8~1.0 $\mu$ の均一エアロゾル粒子を発生させてモデルフィルターの捕集効率を測定し、規則的配列モデルに対する理論解析と比較し捕集効率の推定式を導いている。

第Ⅲ編では、第Ⅰ編の研究を基礎にして、泡沫層および液滴による捕集機構を組み合わせた、液ガス比が小さく、圧力損失が比較的小さい実用的なスクラバーを開発し、スケールアップの実験を行ない、排ガス中の広い粒径分布をもった粉じん除去に有効であることを確かめている。さらに第Ⅰ編で誘導した捕集効率の推算式により試作スクラバーの装置効率を推定し、実験結果と比較してその有効性を確かめている。

## 論文審査の結果の要旨

排ガス中の粉じんには0.1ミクロンから数百ミクロンの広範囲に粒子が分布しているため、粒径分布に合わせて最適な集じん装置あるいは装置の組み合わせを選定する必要がある。また集じん装置内では数種の捕集機構が複雑に重なり合い、さらに粒子相互の凝集および温度の影響などにより理論捕集効率と実際との間にはかなりの隔たりが認められ、装置設計のための手法は未だ確立されていない。著者はこのような点に着目し、できる限り簡単な粒子捕集のモデルを組立てて、単一粒子の捕集効率から粒子群の捕集効率を理論的に誘導し、実験結果と比較して装置設計の指針を導くという手法により、湿式および乾式集じん装置の捕集効率の詳細な解析を行なっている。湿式集じんとしては泡沫層、液滴による粒子捕集機構をする装置、乾式集じんとしてはフィルター充てん層を取り上げている。これらの研究で著者の主な成果を要約するとつぎのようである。

1) 一段の多孔板を有する気液接触装置により集じん効率に対する泡沫層高さ、液量、ガス量などの操作因子の影響を詳細に測定し、多孔板塔が集じん装置としても有効であり、とくに従来の湿式集じん装置に比べて液ガス比が小さくとれることを明らかにした。つぎに液中に単一泡沫が発生するとき、泡沫中に旋回気流が生じ、その旋回気流のために粒子が液面に衝突、拡散、沈降の機構により捕集されるモデルを粒子群に拡張し、流動モデルと組み合わせて装置の理論捕集効率を導いた。

これらの理論解析から、泡沫層による捕集効率は著者の定義した洗浄係数によって整理できることを示し、実験結果と比較して装置捕集効率の計算式を導いた。さらに、多段の場合に解析を拡張し、粒子粒径分布の捕集効率におよぼす影響を明らかにした。

2) 単一液滴の粒子捕集効率を理論的に求め、液滴群がガス中の粒子群と十字流に接触する際の装置捕集効率の解析を行なった。すなわち、粒子群、液滴群として代表径を用いる場合、分布を考慮する場合の八通りの組み合わせモデルについて、数種の粒径分布関数を用いて総括捕集効率を計算し、各モデルにより効率に大きな差が生ずることを明らかにした。100~200 $\mu$ に集中する鋭い粒径分布をもつ液滴群で処理する場合最大の効率がえられること、液滴の径が小さい場合は飛しょう速度の変化を考慮することなどの諸点を明らかにし、実験結果と比較して装置設計の指針を確立した。

3) 繊維を並列に一定間隔に並べた「モデルフィルター」を作成し、0.8~1.0 $\mu$ の均一なエアロゾル粒子を用いて粒子捕集効率を測定し、比較的簡単な捕集モデルにより理論解析を行なった。モデルフィルターを一つの標準とみなし、研究者によって結果の異なる複雑な繊維フィルターの捕集効率をまとめようとした著者の着想は、その目的を完全に達しているとは言えないが、この方面の今後の研究に一つの方向を示唆したものといえよう。

4) 第I編の基礎研究を基に、泡沫層、液滴の捕集機構を組み合わせた、液ガス比が少なく、圧力損失の比較的小さい実用的なスクラバーを開発し、実用化の研究を行なって注目すべき成果をえた。

以上要するに本論文は従来主として経験的に計画されることの多かった湿式および繊維充てん型の粉じん除去装置について、単一捕集体の衝突効率を粒径分布を有する粒子群に拡張して、実際に近い条件下における粒子捕集効率を推定する方法を確立し、また広い条件下において多数の実験を実施することによってその妥当性を確認し、これらの装置の合理的設計の指針を明らかにしたものであって、学術上、工業上寄与するところが少なくない。よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。