

氏 名	吉 田 英 人 よし た ひで と
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 585 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 54 年 1 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 化 学 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	粉 塵 の 濃 度 測 定 に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主 査) 教 授 井伊谷鋼一 教 授 吉岡直哉 教 授 高橋幹二

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は配管内粉塵濃度及び環境浮遊粉塵濃度を正確に測定する際のサンプリングにおいて注意しなければならない問題点等について、理論解析及び実験的検討を行いその結果を7章にまとめたものであり、その概要は次の通りである。

第1章は従来の研究の概要と本研究の展望である。

第2章は円形サンプリング プローブを用いた場合の非等速吸引誤差に関し粒子慣性パラメーターの広い範囲にわたり検討を行ったものである。従来あまり実験されていなかった数ミクロンの単分散エアロゾルを用いてもある程度の非等速吸引誤差が生じ、粒子慣性の大きい領域も含めて詳細な実験値はほぼ粒子の運動方程式に基づく数値解と一致し、全範囲にわたって粉塵の非等速吸引誤差の推定法が確立された。またプローブ吸引速度を極端に大きくすると、濃度誤差は却って小さくなるという興味ある結果を実験ならびに数値解によってたしかめることが出来た。さらにプローブ内面ならびにサンプリング導管中への粉塵沈着率を実験的に検討し、プローブ入口径基準レイノルズ数が2000乃至3000付近に最小値の存在することも見出した。

第3章はスリット サンプリング プローブを用いた場合の非等速吸引誤差に関する第2章と同様の検討結果である。この場合も数値解と実験値の一致はおおむね良好で、極高速吸引時における誤差の減少やサンプリング導管の沈着量が最小値を示すレイノルズ数の存在等すべて第2章の円形プローブの場合と同様である。

第4章は大気中からの粉塵採取のような場合、すなわち静止空間からの粒子サンプリング効率に関する理論解析及び実験結果で、実験サンプリング効率は粘性流を仮定した数値解とほぼ一致している。理論値は粘性流、ポテンシャル流及び点吸引流の三種類について求めているが、前二者の間には大きな相違はない。また慣性パラメーター及び重力パラメーターの小さい領域でサンプリングすれば濃度測定誤差は小さくなるが、実用上はプローブ口径を大きくしてサンプリングすればよく、プローブを上向きにするよりも下向きにして、かつ吸引速度を大きくとることが望ましいという知見をえている。

第5章は等速吸引時におけるプローブ口径の影響に関して実験的検討を行ったものである。粒径3.5ミクロンのメチレンブルー・ウラニン粒子及び粒径24ミクロンの石松子を試験用エアロゾルとして用い、等速吸引の条件下でプローブ口径を種々変化させて、基準とした口径1cmのプローブの測定値と比較検討した。その結果、精度及び正確さの両方の観点から口径5mm以下のサンプリングプローブを使用することは好ましくないことが明らかとなった。たとえば口径が3mm以下、粒径3.5ミクロンの場合50%以上の誤差を生ずる傾向がある。

第6章は粉塵の粒径別濃度測定用として使用されているカスケードインパクターの改良形式であるバーチュアルインパクターについての分級性能の理論解析と実験結果である。実験による部分分級効率とはポテンシャル流を仮定した数値解とはほぼ一致し、理論が分級効率の推定に有効であることが判明した。また50%分離慣性パラメーターはスリット間隔の減少と共に小さくなり、直進流量比の減少と共に大きくなることがわかった。さらに分級管入口肉厚の分級効率への影響は少なく、分級性能は従来の衝突板を使用するインパクターにくらべて若干劣るが、多量のサンプルを採取できるし、再飛散と反撥による誤差を除くことが可能である。シースエアを外側に導入する二重管形式にすれば分級性能を改良できることもたしかめてある。

第7章は本論文全体に対する結論及び検討課題として残されている問題を論じている。

論文審査の結果の要旨

粉塵濃度の測定は大気汚染防止あるいはプロセスガスの浄化を検討する際の基本的な重要な技術であるが、現在までそのサンプリング操作において生じる測定誤差については十分に解明されていなかった。またその測定法自身についても満足できる機器は開発されていない。

本研究は煙道配管中及び静止大気中の粉塵濃度をサンプリングする場合の誤差について詳細な理論計算と基礎実験を行い、それらの結果の一致をたしかめた上で実用上の指針を与えており、得られた主な結果は次のとおりである。

1. 実用上広く使用されている煙道中の円形サンプリングプローブにおける非等速吸引誤差について単分散粒子を用い、従来行われていなかった範囲にまで実験を拡張して実施し、数値計算結果と実験値のよい一致をえている。特に高速吸引サンプリングにおいて誤差が再び小さくなることを確認すると共に、プローブ内壁やサンプリング導管内への粉塵の付着沈積による誤差も検討し、その値が意外に大きいことと、一定のレイノルズ数において最小となることを見出している。これらの結果はすべて工場において実測する場合に注意すべき事項である。

2. 一方従来ほとんど使用されていないスリットプローブについて前項と同様の検討を行い、やはり数値計算結果と実験値の一致をみている他、高速吸引における誤差の減少や付着による誤差についても円形プローブと全く同様の結論をえている。これによってスリットプローブの使用も差支えないことが実証されると共に、注意事項の再確認が出来たことになる。

3. 次に静止大気中からの粉塵サンプリングにおける誤差を検討しており、このような環境濃度の測定誤差についての厳密な研究は従来行われていなかった。巧妙な実験手法を用いた実験結果は理論数値解と

一致しており、既存の近似式の評価を可能にすると共に、吸引速度、プローブ口径及びプローブの方向等について実用上の指針を与えている。

4. 従来経験的に言われていた円形プローブ口径の大きさによる誤差について、詳細な実験を行い5 mm以下の口径においては測定値の標準偏差が許容しがたい大きさとなり、微粒子においては平均値も50%以上偏異することを見出している。現在実施されている日本工業規格にも問題のあることを示すもので、実用上重要な結果である。

5. 最後に、粉塵の粒径別濃度を求めるために使用されているカスケードインパクトの再飛散や反撥現象を除くために開発途上にある特殊インパクトの性能を検討している。ここでも理論数値解と実験結果はよく一致しており、その性能の推定を可能にし、設計上の指針を与えると共に、改良形式をも検討している。

以上要するに本論文は詳細で巧妙な実験と従来よりも厳密な理論計算を行って、粉塵濃度測定のためのサンプリングにおける未解決の問題点をほとんどすべて明らかにし、実用上重要な多くの指針を与えている。これらの成果は現在の排出ダスト濃度及び環境粉塵濃度の測定操作に対して直接役立つ結論であり、学術上ならびに実用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。