

Title	光ファイバを用いた粒径測定装置の開発とその応用に関する研究
Author(s)	辰野, 恭市
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/196
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【68】

氏名・(本籍)	たつ 辰	の 野	きょう 恭	いち 市
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	7966	号	
学位授与の日付	昭和63年2月1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	光ファイバを用いた粒径測定装置の開発とその応用に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 横山 昌弘			
	教授 鈴木 胖	教授 藤井 克彦	教授 平木 昭夫	
	教授 白藤 純嗣	教授 加藤 義章	教授 山中 龍彦	
	教授 黒田 英三			

論文内容の要旨

本論文は光ファイバを用いた粒径測定装置の開発とその応用に関する研究の成果をまとめたもので8章から構成されている。

第1章では微少粒子直径の測定を必要としている分野(二相流中の液滴, 大気中のエアロゾル, セラミック微粒体, クリーンルームのダスト)を数例紹介しそのうちタービン中の水滴を測定対象として光ファイバを用いた粒径測定装置を開発した本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章では微少粒径の測定法について概観したのちタービン中の水滴の測定法として, 散乱光強度の角度分布(散乱光強度分布)を測定する前方微少角散乱法について説明し, この方法を用いた従来の装置について述べている。

第3章ではタービン中の水滴を測定するための第一段階として $0.1\mu\text{m}$ まで測定できる光ファイバを用いた粒径測定のための試作実験装置について説明している。前方微少角散乱法に光ファイバを導入するために測定原理となる散乱理論をFraunhofer回折理論からMie散乱理論に変えたこと, 測定粒径範囲の下限を $5\mu\text{m}$ から $0.1\mu\text{m}$ まで下げるための改良点について述べたのち既知粒径のポリスチレン粒子による装置の評価結果を示し, 光ファイバの導入が測定粒径範囲を拡大し, いろいろな環境下で使用する事が可能になり, 以後の研究の発展に大きく寄与したことを指摘している。

第4章では従来からの散乱光強度分布から粒径分布に変換する際に粒径分布の分布関数を仮定し, その分布パラメータを求める方法との比較を行ない, 粒径分布の分布関数の型を仮定せず, 任意の型の粒径分布を求める対数束縛積分方程式法と呼ばれる散乱光強度分布から粒径分布への変換法について述べている。

第5章では第3章で示した試作装置に基づいて試験用蒸気タービン中の水滴を測定するために試作した装置の説明とポリスチレン粒子による検証結果と10MW試験用蒸気タービン中の水滴の測定結果を示している。更にタービン中の水滴の径が $0.1\sim 2\ \mu\text{m}$ であることがわかったのでこの範囲の粒径測定精度の改良についても述べている。

第6章では粒子密度、湿り度の測定方法として光のエネルギーに換算した散乱光強度分布を測定する方法を採用することにより従来広く用いられてきた透過光を測定する方法と比較して大幅に測定精度を向上できたことをポリスチレン粒子を測定した結果より示している、又、この装置を用いて試験用タービン中の水滴の粒径分布、湿り度を測定した結果も示している。

第7章では第6章で行ったポリスチレン粒子の測定結果では $0.3\ \mu\text{m}$ 以下の粒子密度の測定精度がよくないため粒子密度の向上のため散乱光強度分布を正確に表す変換式の導出とこの変換式の解法を示している。又ポリスチレン粒子を測定し、測定精度が向上改善された結果について述べている。

第8章では本研究で得られた第2章から第7章までの結果を総括し、本論文の結論としている。

論文の審査結果の要旨

本論文は光ファイバを用いた前方微小角散乱法による粒径測定装置の開発とその応用に関する研究をとりまとめたもので得られた主要な成果は次の通りである。

- (1) 単色でインコヒーレントな光を照射した場合の1個の粒子による散乱光強度をMie散乱理論に基づいて計算することにより光ファイバを用いて散乱光強度分布を実際に測定できることを示している。その結果測定散乱角範囲を 15° から 30° まで拡大することにより測定粒径範囲の下限を $5\ \mu\text{m}$ から $0.1\ \mu\text{m}$ まで下げることが可能にしている。
- (2) 散乱光強度分布から粒径分布への変換法として、粒径分布の分布関数を仮定することなく任意の型の粒径分布を求める方法を考察している。
- (3) 以上の結果をふまえHe-Neレーザを用いた粒径測定装置を試作し、試験用低圧タービン中の水滴の粒径分布を測定し、その水滴の径が $0.1\sim 2\ \mu\text{m}$ であることを見出している。
- (4) 更に水滴の粒径分布、粒子密度、湿り度を測定するため Ar^+ レーザを用いた装置により、光のエネルギーに換算した散乱光強度分布を測定する方法を採用することにより、従来広く用いられてきた透過光を測定する方法と比較して大幅に測定精度を向上できることを示している。
- (5) 更に被測定粒子の存在する散乱領域の大きさ及び照射ビームの減衰を考慮して散乱光強度分布を正確に表わす式を導出しこの式をNewton法を用いて解くことにより、より精度よく粒径分布を求めることができることを示している。

以上述べたように本論文は光ファイバを用いた前方微小角散乱法による粒径測定装置の開発とその応用に関する多くの重要な知見を含み電気工学の進展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。