

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )	氏名	XING Wenjing
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項・2 項該当		
論 文 題 目 二流体噴射弁の内部流動と横風中に噴射した液体噴流の分裂挙動 (Internal flow of twin-fluid atomizer and breakup behavior of liquid jet injected into crossflow)			
論文審査担当者			
主 査	特任教授	西田 恵哉	印
審査委員	教 授	陸田 秀実	印
審査委員	教 授	鈴木 康浩	印
審査委員	准教授	尾形 陽一	印
審査委員	客員教授	佐藤 一教	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本研究では、火力発電用大型ガスタービン燃焼器における液体燃料の微粒化特性改善を目的とし、従来は液体のみを液柱として横風中に噴射していた噴射法に対し、噴射弁内で微粒化用空気を液中に作用させる二流体噴射法を提案した。実験を中心に数値解析も援用しながら、本研究で提案した二流体噴射法の優位性を実証した。本論文は 7 章から構成されている。</p> <p>第 1 章では、本研究の背景と課題、そして研究目的を述べた。</p> <p>第 2 章では、実験装置と方法、数値解析方法について説明した。</p> <p>第 3 章では、中間的長さの二流体噴射弁を用いて、実験と数値解析により、噴射弁の内部流れと液体噴流の挙動を明らかにした。また、内部流れと液体噴流の分裂挙動に対して、液体流量と微粒化用空気流量のマップ上で現象の分類を行った。</p> <p>第 4 章では、横風中における液体のみ噴射と二流体噴射の両噴流を比較し、まず両噴流の分裂形態の相違を論じた。次いで噴霧流の軌跡や広がりを独自に開発した画像処理法を応用して比較するとともに、微粒化特性も調べた。二流体噴射法が総合的に微粒化に優れていることを明らかにした。また、無次元評価法を用いて、二流体噴射法を実機ガスタービンに適用した場合の微粒化特性を予測した。液体のみの噴射では、噴流の軌跡が横風速度に応じて一義的に決定されるが、二流体噴射では、微粒化用空気流量により噴霧流の軌跡をコントロールできることを見出した。さらに液体のみ噴射と二流体噴射の両噴流における壁面衝突現象を比較した。液体のみ噴射では、太いリガメントや粗い液滴が壁面に衝突するが、二流体噴射では、衝突領域が横風に対して直角方向に広がり、小さいリガメントや細かい液滴の衝突が多いことがわかった。</p> <p>第 5 章では、二流体噴射法における液体微粒化のメカニズムについて論じた。二流体噴射弁の混合孔出口において、厚さに偏りがあって、その偏りが高速で変動する不安定な環</p>			

状液膜流が生じていることを明らかにした。また、数値解析と実験により、混合孔内部に生じる液柱が微粒化用空気の影響で激しく乱れて混合孔の内壁に衝突し、混合孔出口近くにおいて激しい変動を伴う液膜に変化していくプロセスを調べた。さらに、従来の液体のみ噴射つまり液柱と不安定液膜が横風中に噴出した場合の、噴流の軌跡、分裂長さなどを求めた。以上の結果から混合孔出口で液膜が変動する現象は、二流体微粒化における微粒化状態を支配する主要因のひとつであると考察した。

第6章では、混合孔の長さが不安定液膜に及ぼす影響を調べた。混合孔が長くなるとともに、混合孔出口で変形した液柱、激しい変動を伴う液膜、及び分裂しにくい環状液膜が生じることを示した。また、変動を伴う液膜を横風中に噴出させた場合と、分裂しにくい環状液膜を横風中に噴出させた場合の、噴流の広がり幅、分裂長さ及び液滴径など求めた。混合孔出口近傍において液膜が最も激しく変動する中間的長さの混合孔が液体噴流の微粒化に最適であることを示し、これが混合孔に最適長さが存在するメカニズムであることを示した。

さらに、変動する液膜の厚さの変化比や変動周波数を用いた液体の分裂特性の無次元パラメータを考案し、二流体微粒化の性能を評価する新しい手法を示した。この手法は、本研究の二流体噴射弁のみならずタイプの異なる二流体アトマイザの特性をも包括的に予測できる可能性がある。

第7章は本研究の総括であり、主要な成果をまとめた。また残された課題について述べ、今後の研究の展望を示した。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。