

氏名	藤 本 仁
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論工博第2977号
学位授与の日付	平成7年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	Flow fields of air-liquid droplet two-phase mixture and collision dynamics of a droplet on a surface (空気と液滴からなる2相流体の流れ場および固体壁に衝突する液滴の変形挙動)
論文調査委員	(主 査) 教授 八田夏夫 教授 鈴木健二郎 教授 赤松映明

論 文 内 容 の 要 旨

高温平板面に多数の微小液滴を衝突させて、その表面を緩冷却するミスト及びスプレー冷却は種々の工業分野で広く用いられている。ミスト及びスプレー冷却の冷却特性の高精度な予知を行うためには、その流れ場の構造や、個々の液滴粒子が高温面に衝突するときの挙動を詳細に把握することが不可欠である。本論文は、ミスト及びスプレー冷却におけるガス—粒子2相流の流動特性と平板に衝突する液滴の変形挙動を、流体力学的観点から調査し、それらの結果をまとめたものであり、8章から構成されている。

第1章は、緒言であり、本論文の位置付けと、概要を述べている。

第2章では、ノズル内のガス—粒子2相流の数値解析法を論じ、いくつかの数値実験結果が示されている。ここでは、単一粒径で記述された支配方程式系を、粒子径分布をもつ場合にも適用できるように方程式系の拡張を行っている。まず、幾何学的形状が既知であるノズル内のガス—粒子2相流の流動特性が調査され、粒子径の大小およびガス相と粒子相の質量流量比の影響が明らかにされている。つぎに軸方向に沿う圧力分布が与えられたとき、それに従うノズル形状の設計が可能であることが示されている。

第3章では、ノズルから噴出するガス—粒子2相自由噴流の流動特性が数値実験によって検討されている。第2章のノズル内流れの数値結果を噴出条件に採用し、ノズル内から自由噴流領域における2相流体の流動特性を知るための解析手法が提示されている。また、流れ場に及ぼす粒子径の影響が調査され、Stokes数によって粒子相の流れの挙動が特徴づけられることを明らかにしている。さらに、数値結果の妥当性が実験結果との比較によって検証されている。

第4章では、平板に衝突するガス—粒子2相自由噴流の数値実験がなされている。2相ノズルの外周にガス相のみが噴出する環状ノズルを設け、一度平板に衝突した反発粒子を再び平板面に押し戻すことによって、粒子相の平板との衝突頻度を増し、冷却効率を向上させる手法が提案されている。

第5章では、直径数百ミクロンの微小液滴が Leidenhost 温度以上の高温金属平板に衝突したときの変

形挙動と、それに引き続いて起こる反発または分裂挙動を実験的に調査している。過去の大液滴の衝突実験で得られている、最大広がり径や液滴の平板上の滞留時間を与える実験式が微小液滴の場合にも適用可能であるかどうかを検討されている。また、液滴の反発係数が Weber 数のみの関数で与えられることを見出している。

第6章では、単一液滴が常温の金属平板面に衝突したときの変形挙動が数値実験によって解明されている。その結果によると、液滴は平板に衝突することによって薄い円盤状に拡大し、その後起こるリコイルリングは、表面張力の効果によって起こる。また、計算結果は実験結果と比較され、両者は良好に対応することが示されている。

第7章では、単一液滴が Leidenfrost 温度以上の高温表面に衝突したときの変形と反発のプロセスが数値解析によって明らかにされている。液滴の平板からの反発の駆動力は表面張力であると考えた解析モデルが提案されている。それによって得られる数値解は、実験値と良好な対応関係が得られ、解析モデルの妥当性が検証されている。また、非常に短い時間内に変化する液滴内部の流れ場の挙動と形態変形及び反発現象のメカニズムが明らかにされている。

第8章では、本研究で得られた内容を総括し、今後の研究の展望について記述している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、ミスト及びスプレー冷却におけるガス-粒子2相流の流れ場の構造、ならびに平板に衝突する液滴の変形挙動を流体力学的観点から数値解析的に調査し、かつ実験によって検証した結果をまとめたもので、主な成果は以下のようである。

1. ノズル内におけるガス-粒子2相流の流れ場の解析モデルが構築され、幾何学的形状が既知であるノズル内のガス-粒子2相流の流動特性が調査され、粒子径の相違および両相の質量流量比の影響を定量化できることを示した。また、軸方向に沿う圧力分布を与えたとき、それに従うノズル形状の設計が可能であることを明示した。
2. ノズルから噴出するガス-粒子2相流体の自由噴流の解析手法が確立され、それによる数値結果は実験結果と良好な対応を示すことが確認できた。また、Stokes 数の相違による両相の流れ場の追従性を調査し、それによって粒子相の流動パターンが特徴づけられることを明示した。
3. Leidenfrost 温度以上の高温表面に衝突する小液滴の反発/分裂限界が明らかにされ、その臨界 Weber 数が 50 であることを見出した。また、液滴の最大広がり径や反発係数は Weber 数のみの関数となり、それらを知るための関係を定式化した。
4. 常温及び高温平板に衝突する小液滴の変形挙動を数値解析し、実験値との比較によってその解析法の妥当性を実証した。液滴のリコイルリングの駆動力は表面張力によって起こり、特に、高温平板に衝突した液滴の反発現象は表面張力が決定的な駆動力になっていることを数値解析的かつ実験的観点から明らかにした。

以上要するに、本論文はミスト及びスプレー流の流れ場の数値解析法を確立し、かつその妥当性を実験的に示したもので、学術上実際上寄与する所が少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文と

して価値あるものと認めた。

また、平成7年1月9日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。