

氏 名	はた 焔	こう 幸	いち 一
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)		
学位記番号	論 工 博 第 2523 号		
学位授与の日付	平 成 3 年 9 月 24 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	液 体 ナ ト リ ウ ム に お け る 自 然 対 流 お よ び 沸 騰 熱 伝 達		

論文調査委員 (主 査)  
教授 西原英晃 教授 鈴木健二郎 教授 東 邦夫

### 論 文 内 容 の 要 旨

液体金属ナトリウムの対流や沸騰現象の研究は、ナトリウム冷却高速増殖炉の設計や安全性評価の上で、また核融合炉における液体金属によるエネルギー輸送のための基礎として極めて重要である。また、伝熱にかかわる物性値が非金属液体と著しく異なる液体金属の伝熱流動現象についての知見は、液体一般の熱流動現象を解明するためにも重要である。

本論文は、低い圧力から大気圧近傍に至る最高約 900°C の高温液体ナトリウムを取り扱う実験装置と試験発熱体、並びに計算機による運転制御及び実験計測系を開発して、従来検討されていなかったナトリウムプール中における自然対流、沸騰熱伝達、臨界熱流束について液頭の影響を詳細に考慮した実験を行い、これ等をよく記述しうる表示式を提示したもので、6章からなっている。

第1章は緒論であり、液体金属ナトリウムの自然対流熱伝達、核沸騰熱伝達、及びプール沸騰臨界熱流束についての従来の研究を概説するとともに、問題点を指摘し、本論文の目的と以下の各章における内容を概説している。

第2章では、本研究のために開発した計算機により自動管理することのできる高温液体ナトリウムの熱伝達実験装置について述べている。

第3章では、直径の異なる水平円柱発熱体を用いて自然対流熱伝達実験を行い、等熱流束水平円柱の自然対流熱伝達について境界層近似を施さない理論解析解を求め、実験結果と比較し、両者の一致を確認するとともに、広範囲のプラントル数に対する種々の液体に適用される表示式について考察を加えている。

第4章では、系圧力が1.19kPa~69.27kPaの範囲で液頭を変えた場合のプール核沸騰熱伝達実験を行い、実験式を提示するとともに、プラントル数の大きく異なる種々の液体の実験結果を記述することのできる、より一般的な核沸騰熱伝達表示式について考察している。

第5章では、大気圧以下の系圧力において臨界熱流束を実験的に求め、発熱体上の液頭の影響を詳細に検討し、その影響を除去した飽和沸騰熱流束と圧力の関係を明らかにし、理論式と比較した上でサブクール沸騰臨界熱流束の実験式を提示している。更に、水についての実験データも検討して、広い系圧力の範

囲において液体金属と非金属液体における飽和及びサブクール沸騰熱流束を統一して表示することのできる、より一般的なプール沸騰臨界熱流束理論モデルについても考察している。

第6章は結論で、本研究で得られた成果について述べるとともに今後この研究分野の進展に対する見解を述べている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、ナトリウム冷却高速増殖炉の安全性等に関連して、プール状態にある液体ナトリウムにおける水平円柱発熱体からの自然対流熱伝達、核沸騰熱伝達及び臨界熱流束について研究したもので得られた主な成果は次の通りである。

1. 水平円柱からの自然対流熱伝達実験の結果は、従来用いられてきた境界層近似に基づく Kutateladze の表示式ではうまく記述することができないが、境界層近似を施さない等熱流束水平円柱からの自然対流熱伝達の数値解析によって精度良く表示できることを明らかにするとともに、水平円柱自然対流熱伝達をナトリウムのみでなくプラントル数の大きな他の液体に対しても統一して記述することのできる表示式を提示した。

2. 液体ナトリウムに対する核沸騰熱伝達の実験結果について、発熱体中心軸位置の液頭圧に相当する飽和温度からの上昇分で整理したところ、熱伝達は液頭変化によるサブクール度の変化には依存せず、液圧のみの関数として記述することのできる実験式として提示することができた。

また、プラントル数の異なる他の液体についての結果をも記述することのできる、より一般的な表示式を得ている。

3. 液体ナトリウムのプール沸騰臨界熱流束は、発熱体中心軸位置での液圧とその飽和温度に対するサブクール度によって定まることを実験的に明らかにして整理式を提示した。更に Kutateladze の臨界熱流束理論モデルを拡張し、従来の理論的表示式では記述できない液体金属ナトリウム及び低圧下の水の飽和及びサブクール沸騰臨界熱流束を統一した式で表示することを可能とした。

以上要するに、本論文は液体ナトリウムの自然対流及びプール沸騰熱伝達についての有用な新しい知見を与えたものであり、その成果は、学術上、実際上寄与するところが少なくない。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る。

また、平成3年6月3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。