

| | |
|--------------|---|
| Title | 複合対流場の流れと熱伝達に関する研究 |
| Author(s) | 桃瀬, 一成 |
| Citation | |
| Issue Date | |
| Text Version | none |
| URL | http://hdl.handle.net/11094/36458 |
| DOI | |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

| | | | | |
|---------|------------------------------|--------|----------|---------|
| 氏名・(本籍) | もも 桃 | せ 瀬 | かず 一 | なり 成 |
| 学位の種類 | 工 | 学 | 博 | 士 |
| 学位記番号 | 第 | 8712 | 号 | |
| 学位授与の日付 | 平成元年3月24日 | | | |
| 学位授与の要件 | 基礎工学研究科物理系専攻 学位規則第5条第1項該当 | | | |
| 学位論文題目 | 複合対流場の流れと熱伝達に関する研究 | | | |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 | 吉信 宏夫 | | |
| | (副査) 教授 | 吉川 孝雄 | 教授 角谷 典彦 | 教授 有本 卓 |
| | 助教授 | 木本日 出夫 | | |

論文内容の要旨

対流熱伝達は基本的な伝熱過程の一つであるが、対流場の強い非線形性および測定技術上の問題により、その流れの場には依然として不明な点が多い。本論文は、モデル伝熱要素として加熱円柱を取り上げ、その対流熱伝達における基本的な流れの場と熱伝達との関係を、音響的效果により発生する二次流れまで含めて明らかにしたものである。

第1章では、音響二次流れを含む加熱円柱の対流熱伝達に関する既存の研究と本研究の目的およびその内容についての概要を述べる。

第2章では、対流場の基礎方程式ならびに本研究で行った定常対流場および振動対流場に対する数値計算法についての詳細を示し、特に振動対流場の数値計算法として安定で効率の良い計算法を提案する。

第3章では、加熱円柱の自然対流場について、現在まで明らかにされていなかった円柱近傍上方の流速分布を新しく考案した測定手法を用いて詳細に測定することにより、円柱上部表面において局所熱伝達率が極小値をとることを流れの場から説明する。さらに、数値計算によって自然対流場を解析し、対流場全体の流れの場と熱伝達との関係を考察する。

第4章では、加熱円柱の自然対流場に一樣な強制流が付加される自然強制複合対流場を数値計算により解析し、特に流れと熱伝達との関係に注目して検討する。さらに、強制対流熱伝達が仮定できる場合に対して、最小限の情報から円柱表面熱伝達率および円柱内温度分布を実時間推定する方法として適応観測器の応用を提案し、数値実験によりその有効性を確認する。

第5章では、加熱円柱の自然対流場に対する音響二次流れの影響として、まず進行波音場の影響を、特に同音場中に発生する直進型音響流に注目して検討する。その結果、進行波音場による伝熱促進効果が主

に直進型音響流に起因するものであることを明らかにする。次に、流体の純粋な交番運動の影響を調べるため、振動対流場を数値計算により解析し、対流場に発生する振動二次流れと熱伝達の関係に注目して考察を行う。

第6章では、本研究成果を総括する。

論文の審査結果の要旨

本論文は、モデル伝熱要素として加熱円柱を取り上げ、その周りにできる自然対流場に一樣な強制流が付加された場合と音響的二次流れが付加された場合の複合対流熱伝達過程を実験的に、および数値シミュレーションによって研究したものである。特に、流れ場の特徴と熱伝達率分布の関係に注目して熱伝達過程を解明した。

まず純自然対流の場合を実験および数値シミュレーションによって検討し、その結果、局所熱伝達率分布の特徴が流れ場の特徴から説明できること、また数値シミュレーションが流れと熱伝達を知る上で有効な手段となることを確認した。また従来、自然対流場の中で熱線風速計を用いて正確な流速測定を行うことは困難とされていたが、この研究の中で、これを可能とする新しい実験技法として、ソフトウェアによって温度変化と熱線の経時変化を較正する方法を提案し、実験によってその有効性を示している。

次いで、数値シミュレーションの手法を、加熱円柱の自然対流場に一樣な強制流を下方から、および側方から付加した場合の複合対流場に適用した。種々のグラスホフ数とレイノルズ数の数値の組合わせに対して流れ場、温度場をシミュレートした結果、グラスホフ数がレイノルズ数の2乗の約 $1/10$ 以下ではほぼ強制対流熱伝達と考えてよく、これより大きくなるにつれて流れ模様も自然対流のそれに近づくことを見出した。このシミュレーションの結果は、既存の平均熱伝達率に関する実験結果ともよく一致する。同じシミュレーションの手法を用いて、強制対流場におけるプラントル数の温度場に対する影響を検討し、プラントル数が大きくなるにつれて温度場に対する流れ場の影響が顕著になることを示した。

次に、強制対流熱伝達の仮定のできる場合、適応観測器の理論を応用して、非定常、一樣発熱円柱内の任意の一点の温度測定値から円柱内非定常温度分布および表面熱伝達率を実時間推定する方法を提案し、その可能性を数値実験によって示した。これは将来、新しい熱伝達率測定法として実用化される可能性を秘めたものとして注目される。

最後に、加熱円柱の自然対流場に対する音響二次流れの影響をしらべた。進行波音場による伝熱促進効果は主として直進型二次流れ(直進型音響流)に起因するものであることを実験的に明らかにした。さらに、流体の交番運動単独の影響を調べるため、水平および鉛直方向に振動する加熱円柱の周りの対流場について、新しく工夫された安定かつ効率のよい方法で数値シミュレーションを行い、振動による二次流れは流れ模様や局所熱伝達率には大きい影響を与えるが、全伝熱量に対しては影響が小さいことを明らかにした。

以上のように、本論文は実験と数値シミュレーションを適宜併用して、従来あまり知られていなかった

複合対流熱伝達の機構を解明し，流れ場の詳細から表面熱伝達率分布を説明することに成功している。本論文の伝熱工学の発展に寄与するところ大であり，工学博士の学位論文として価値あるものと認める。