

氏 名	大 坪 章 おお っほ あきら
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 233 号
学位授与の日付	昭 和 45 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専 攻	工 学 研 究 科 原 子 核 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	The Fundamental Study of Temperature Fluctuation and its Application (温度のゆれの基礎研究とその応用)

論文調査委員	(主 査) 教 授 岐 美 格 教 授 佐 藤 俊 教 授 西 原 宏
--------	--

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、流体の温度のゆれについて基礎的な研究を行なうとともに、その応用についても研究したもので、緒論、結論を含めて5章からなっている。

第1章は緒論で、この研究を始めた理由、およびその目的を述べ、本論文で取扱う主題を明らかにしている。

第2章は、一様に加熱された円管内を乱流で流れる空気温度分布および温度のゆれの分布を、特別に工夫した熱電対を用いて、レイノルズ数を変えて測定した結果について述べている。まず、十分に発達した乱流速度分布を測定して、ダイスラの式とよく一致することを確かめた。ついで、温度助走域ならびに発達域において、温度分布を測定し、別に理論的に計算して得た温度分布と比較して、両者がよく一致することを見出した。温度のゆれの振幅分布を、波高分析器を用いて測定し、ガウス分布に極めて近い形を得た。その振幅の半幅値の半径方向の分布を、加熱開始点からの距離を変えて測定し、距離とともに、温度のゆれが次第に管の中心部におよぶ様子を明らかにした。さらに、温度のゆれの自乗平均値で正規化したパワースペクトル密度は、温度助走域と発達域とでほとんど差がないこと、半径方向の位置の影響がほとんど見られないこと、波数が0.2~2の範囲では波数のおよそ $5/3$ 乗に比例することなどを見出した。また、自己相関関数を求め、管軸方向にかなりの距離にわたって相関のあることを示している。なお、熱電対の動特性についても若干の考察を行なっている。

第3章は、伝熱面に沿うて乱流で流れる流体の温度のゆれを、伝熱面近くの本一の熱電対で検出して、伝熱面の熱流束の相対的变化を計測する方法について研究したもので、原子炉燃料要素表面の熱流束の計測に対する応用を意図している。まず、一様に加熱された平行平板の間を十分に発達した乱流で流れる流体の温度分布を、温度助走域において、水および液体ナトリウムについて、レイノルズ数を変えて理論的に解析し、板に直角方向の温度勾配は、板に近いところの方が速く発達する様子を明らかにした。温度のゆれは温度勾配に比例すると考えられるので、伝熱面の近くで温度のゆれを測定すると、局所熱流束の変

化がはげしくない限り、ほとんど発達した温度のゆれが得られると述べている。ついで、一面が一様に加熱され、他面が断熱された扁平な長方形断面の流路に水を流して実験を行ない、伝熱面近くに設けた熱電対で検出される温度のゆれをスペクトル解析した。その結果、20～50Hz の周波数について、温度のゆれは加熱量と正比例の関係にあることを見出した。この結果を用いると、熱流束の時間的变化が相対的に計測できると結論している。なお、この方法を実際に原子炉に应用する場合の熱電対の型式についても考察している。

第4章は、流れに直交して置かれた加熱棒の後流で、熱電対を用いて、渦による流体の温度のゆれを検出することによって流量を計測する方法について研究したものである。原子炉に対する応用を考えて、水と水銀について実験を行なっている。まず、加熱棒の後流の温度のゆれをスペクトル解析して、非常に鋭いピークが、ある周波数であられること、このピークは、加熱棒の中心から流れの方向に棒の直径の2～3倍の距離で、それと直角に0.5倍の距離にある位置に熱電対の先端を置くと鋭いことなどを見出した。そして、加熱棒の直径、流路の内径、および流体の種類を変えて実験を行ない、鋭いピークを与える周波数と流量との間に正比例の関係があることを見出した。この比例関係からストローハル数を求めたところ、加熱棒対流路の直径比が0.1以上の実験範囲で、およそ0.192の一定値を得ている。ただし、棒の中心軸を含む流路の断面での平均流速を用い、水についてはレイノルズ数が $650 \sim 1.27 \times 10^4$ 、水銀については $0.822 \times 10^4 \sim 2.15 \times 10^4$ である。なお、この方法によれば数秒間で渦発生周波数が計測可能なことも述べている。

第5章は、以上の結果を総括して、結論としている。

論文審査の結果の要旨

原子炉をはじめ、一般に熱伝達のあるところでは、流体の温度のゆれが生じる。従来、この温度のゆれについて解析したものはすくないが、熱伝達の機構を明らかにし、また原子炉の諸特性を解明するためにも、極めて重要な研究課題である。本論文は、この点にかんがみて、流体温度のゆれの基本的諸量を明らかにするための基礎的研究を行なうとともに、その成果に基づき、流体温度のゆれを積極的に利用して、伝熱面の熱流束や流体の流量を計測する方法について研究したものである。得られた成果の主なものは下記の通りである。

(1) 一様に加熱された円管内を乱流で流れる空気温度ならびに温度のゆれの半径方向の分布を、特別に工夫した熱電対を用いて、レイノルズ数を変えて測定した。

(2) 空気温度のゆれの振幅分布はガウス分布に極めて近い。その振幅の半幅値は管壁の近くで大きい。加熱開始点からの距離が増すと、管の中心部でも大きな値となる。

(3) 空気温度のゆれのパワースペクトル密度と波数との関係を半径方向と軸方向について解析した。また自己相関関数を求めて、軸方向にかなりの距離にわたって相関のあることを示した。

(4) 一様に加熱された平行平板の間を乱流で流れる水および液体ナトリウムの、板に直角方向の温度勾配は、板に近いところの方が速く発達する様子を理論的に明らかにした。

(5) 伝熱面の近くに設けた熱電対で検出される水の温度のゆれをスペクトル解析して、20～50Hz の

周波数について、温度のゆれが加熱量と正比例の関係にあることを実験的に見出した。この方法を用いると、伝熱面の熱流束の相対的な変化を計測することができるので、原子炉に対する応用が考えられる。

(6) 流れに直交して置かれた加熱棒の後流の適当な位置に熱電対を設けて、水および水銀の温度のゆれを測定し、それをスペクトル解析したところ、ある周波数で、非常に鋭いピークがあらわれ、しかもこの周波数と流量との間には正比例の関係があることを実験的に見出した。

(7) 加熱棒対流路の直径比が 0.1 以上の実験範囲で、およそ 0.192 のストローハル数を得た。

(8) 上に述べた方法を用いると、種々の流体の流量を計測することができるので、原子炉に対する応用が考えられる。

以上要するに本論文は種々の流体の温度のゆれについて基礎的な研究を行なうとともに、その成果に基づき、流体温度のゆれを積極的に応用する方法について研究したもので、学術上工業上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。