

氏名	松村博久 まつむらひろひさ
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第430号
学位授与の日付	昭和46年5月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	強制対流気ほう流域の核沸騰熱伝達に関する研究
論文調査委員	(主査) 教授 佐藤 俊 教授 岐美 格 教授 水科 篤郎

### 論文内容の要旨

この論文は強制対流場における核沸騰熱伝達について、沸騰開始点を含む気ほう流域に対して、気ほうの発生機構や気ほうの挙動と流動条件などとの関連を明確にし、これを基礎として核沸騰熱伝達の機構を明らかにすると共に、熱伝達についての有用な関係式を求めることを目的として行った研究結果を纏めたもので、10章からなっている。

第1章は緒論で強制対流時の核沸騰熱伝達については従来不明確な点の多いことを指摘し、本研究を行った意義と研究の概要をのべている。

第2章では伝熱面上における気ほう発生について理論的考察を行ない、気ほう発生の条件式と非沸騰時の対流熱伝達の関係式とから、系の圧力、伝熱面熱負荷、流速およびサブクーリングなどの影響因子を考慮した強制対流核沸騰開始条件を与える関係式を導びいているが、この関係式は著者ならびに他の研究者の実験結果とよく一致し、一般性を有することを示している。

第3章では上記の沸騰開始点から流路全体が飽和温度に達するまでの表面沸騰領域において、その熱伝達に及ぼす各種因子の影響を実験的に確かめ、その結果を整理して、全熱負荷が非沸騰時の対流熱負荷と沸騰による付加熱負荷との和として表現しうることを見出し、整理式を提案している。また、この領域では、沸騰付加熱負荷は流速、サブクーリングには殆んど影響されず、沸騰伝熱と対流伝熱の相互干渉が顕著には現われないことを明らかにしている。また、この事実から、第4章では前章での考え方が自然対流表面核沸騰の場合にも適用しうるとして、同様の整理式を導びき、実験結果と対比し、両者がよく一致することを確かめている。

第5章は、蒸気体積率が余り大きくない飽和沸騰域の熱伝達を扱ったもので、各種因子の影響を実験的に求めると共に、それら実験結果はボイドの存在による液体流速の加速を考慮しさえすれば、第3章における整理方法によって、よく整理しうることを示している。

以上の前半では、沸騰開始点から気ほう流飽和沸騰に至る領域での熱伝達の実験結果が比較的簡単な統

一した考え方で整理しうることを示しているが、沸騰伝熱の機構までは明確にされていない。そこで第6章以下では気ほうの状態変化の詳細な観察を基にして、表面沸騰域での熱伝達機構の解明を試みている。

まず第6章では、沸騰時の気ほうの挙動を写真観察し、気ほうの発生周期、発生点数、気ほうの寿命時間、気ほうの移動速度、気ほうと伝熱面包覆率、および気ほう体積率などを詳細に調べ、ついで第7章では、これら気ほう挙動の諸因子について解析的考察を加え、離脱時気ほう径と気ほう周期の関係、伝熱面包覆率、気ほう体積率などの整理式を得ている。

第8章では気ほうの挙動を平均化してとらえ、伝熱面を気ほうが接触する部分と純対流部分とに分けて、熱伝達機構の模型化を行ない、前2章の結果を用いて、熱伝達機構の理論的考察を行ない、実験結果と良好に一致する結果が得られていて、孤立気ほう領域における熱伝達機構の説明に成功している。またこの結果を表面沸騰域バーンアウト現象にまで拡張して、実験結果と対比しているが、この場合も両者は比較的良好一致を示している。

第9章は熱伝達と共に実際設計上問題となる圧力損失についての実験結果を纏めたものであって、空気-水系の二相流について圧力損失を実験的に求め、その結果が、気体体積率の比較的小さい領域では第5章の考え方と同様に、気体体積率による液体流速の加速を考慮することにより、水単相流の圧力損失で近似的に表現しうることを見出している。

第10章は以上の結果を要約して結論としたものである。

### 論文審査の結果の要旨

沸騰による熱伝達は高熱負荷の熱移動に広く利用され、自然対流沸騰熱伝達については、実験的にも理論的にも多くの研究結果が発表されているが、實際上より重要な強制対流沸騰熱伝達に対しては、限定された条件下での実験的研究が殆んどで、理論的考察にも見るべきものが少なく、この方面の研究には不明確な点が多い。

本論文は上記の観点より、強制対流時の気ほう流核沸騰熱伝達に関して、一般性のある関係式を求め、かつその機構を明確にせんとして行なわれた研究であって、著者はまず管路流において沸騰を開始する条件を、気ほうの発生機構を考慮して解析的に求め、これが実験結果とよく合致することを明らかにし、ついで、表面沸騰域に対する種々の実験結果から、この領域の全熱負荷は対流による熱負荷と沸騰に基づく付加熱負荷とからなり、しかも後者が流速、サブクーリングに殆んど影響されないことから、両熱負荷の相互干渉はこの領域では顕著には現われないことを指摘して、一般性のある整理方法を提唱している。またこの考え方は強制対流時のみでなく、自然対流時にも適用しうることを明らかにし、更に飽和沸騰域に対しても、蒸気体積率が余り大きくなく、流動様式が気ほう流である範囲では上記の考え方が基本的に成立つとし、蒸気体積率による液体流速の加速のみを相互干渉として考慮することによって、熱伝達結果の良好な整理が行ないうることを明らかにしている。このように、沸騰開始点から飽和沸騰におよぶ気ほう流領域全般について、一貫した、しかも比較的簡単な考え方に基づく整理を行ないうるとする提案は実用上極めて有用であろう。

更に後半では、熱伝達の機構を気ほうの挙動と関連づけて解析的に説明することを試みていて、強制対

流時の気ほうの挙動が自然対流時のそれのように単純でなく、いくつかの特殊性があり、厳密にこれを考慮することの困難さを指摘し、気ほうの挙動を平均化して扱い、たくみに熱伝達機構をモデル化して、熱伝達における各伝熱因子の寄与のあり方を明らかにし、孤立気ほう流領域の熱伝達の機構の基本的な説明に成功している。

これを要するに、本論文は強制対流時の気ほう流領域における沸騰熱伝達について、一般性のある整理式を与え、その伝熱機構を明らかにしたもので、伝熱工学上多くの有益な知見をえており、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。