

Title	蒸発管の流れと壁温の変動に関する研究
Author(s)	山内, 庄司
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32917
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	山 内 庄 司
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 5 1 5 0 号
学位授与の日付	昭和 56年 1 月 30 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	蒸発管の流れと壁温の変動に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 石谷 清幹 (副査) 教授 村田 暹 教授 増淵 正美 教授 赤木 新介

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はボイラや原子炉蒸気発生器の蒸発管における不安定流動現象と高かわき度限界熱流束（ドライアウト）現象，および不安定流動を含めた流れ変動がドライアウト現象に及ぼす影響について，実験的，解析的に研究した結果をまとめたもので，全体は6章から構成されている。

第1章では，従来の研究を総括し，本研究の課題とその意義を明らかにしている。

第2章では，ドライアウト時の壁温変動の特徴，特に流れ変動との関連性について検討している。すなわち沸騰伝熱実験ループにより流れ変動と壁温変動を同時測定し，その測定結果に対してスペクトル解析を行い，不安定流動を含めた沸騰流中の流れ変動のうち特にその低周波成分が壁温変動の強い原因となること，この時の壁温スペクトルは卓越周波数成分を含むこと，さらに充分安定化した流れ条件下では壁温の変動幅はかなり小さくなるが，周期成分を含まぬ不規則変動が存続することを実験的に明らかにしている。

第3章では，代表的な不安定流動である密度波振動について均質流モデルを基礎に解析している。まず，各種の因子を整理し，7個の無次元パラメータによる相似則が成立することを示している。ついで線形解析をもとに，ラプラス平面虚軸をパラメータ平面に写像するD分割法により，いくつかの無次元パラメータ面上で安定限界線図を求め，また簡便な近似安定限界を提案している。さらに以上の成果を基礎に，各種因子が安定限界に及ぼす効果を広範囲にわたり明確化している。

第4章は，流れ変動等の過渡流動がドライアウト熱流束に及ぼす影響を対象としている。蒸気と水を混合して形成した二相流で蒸気流量を突変して過渡流動を実現し，蒸気流速急減により一次的なドライアウト現象が生じ，限界熱流束が低下すること，およびその低下率に対する減速比，入口かわき

度、質量流速の効果を実験的に明らかにしている。つづいてこの一時的なドライアウト現象を、kinematic wave model による壁面上液膜の理論解析結果を用いて検討し、限界熱流速低下の機構を説明している。

第5章では、過渡流動時の液膜の挙動を詳細に検討することを目的とし、円管内環状二相流を水平く形管内空気-水並行液膜流で模擬して実験している。第4章の解析で用いた kinematic wave model が第一近似として妥当であること、また界面波のうち特にじょう乱波が液膜挙動に強く影響すること等を実験的に明らかにしている。

第6章では、以上の研究結果をまとめて本論文の結論としている。

論文の審査結果の要旨

蒸発管内気液二相流のすぐれた伝熱特性が破壊されるバーンアウト現象、とくに中・高かわき度領域におけるドライアウトは、高性能ボイラ、とりわけ高速増殖炉蒸気発生器の信頼性向上にも直結するところから、各国できそって研究されている。ドライアウトは一般に壁温の上昇と激烈な壁温振動を伴って蒸発管の信頼度を害するが、その機構に関してはこれまで不明な点が多かった。

本論文は、沸騰伝熱テストループによる実験と液膜過渡流動特性測定装置による実験とを行い、その知見により支持される事実を根拠として蒸発管系流動安定性の解析的研究、ならびに蒸発管壁膜の波動と過渡流動の解析的研究を遂行したものである。こうしてドライアウトの機構に立ち入ってその発生限界ならびに壁温振動の特性を解明している。得られた結果はつぎのように要約できる。

- (1) ドライアウトは、蒸発管壁面上の液膜が主として蒸発により完全消滅することにより発生する。その際ドライアウト点近傍の壁温に観察される顕著な振動は、蒸発管系全体の不安定流動と局所的な流れの変動の影響を著しく受ける。
- (2) ドライアウト熱流束は過渡流動時には著しく低下するが、これは液膜の過渡的挙動に起因する。
- (3) 管系の不安定流動のうち、最も広汎に発生し他の不安定流動の基礎となる密度波振動に対しては、その安定限界に関係する多数の影響因子が7個の無次元量に整理される。なお、この無次元量に使ったパラメータ平面上に安定限界を表示する解析的方法とその適用結果を示しているが、これらは安定問題の大局的理解に役立つ。
- (4) 液膜の過渡流動は kinematic wave 理論を拡張して適用することにより基本的に説明でき、とくに低質量流速域における限界熱流束に対しては、実験値と解析値の一致は良好である。
- (5) 蒸発管強度評価の基礎となる温度振動に関し、信頼できる実測値および解析方法を提示している。

以上のような諸成果は、蒸発管の中・高かわき度領域における流れと壁温の変動に関し、実験データと見通しのよい理論とを提供したものである。これら諸成果は、伝熱学と流れ学に関し重要な知見を与えるとともに、高速増殖炉用も含めて高性能高信頼度蒸気発生器の設計に寄与したもので、工学上貢献する所が大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。