

Title	ナトリウム加熱蒸気発生器における伝熱特性に関する研究
Author(s)	老固, 潔一
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/32963
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	老 固 潔 一
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 5 1 3 3 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 12 月 22 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	ナトリウム加熱蒸気発生器における伝熱特性に関する研究
論文審査委員	(主査) 教 授 石 谷 清 幹 (副査) 教 授 水 谷 幸 夫 教 授 赤 木 新 介

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は高速増殖炉用ナトリウム加熱直管形蒸気発生器の水・蒸気側伝熱特性をナトリウムで加熱される単管の実験装置を用いて主として設計への適用面からは握したものである。

第 1 章は緒論で本研究の目的、従来の研究概要および本論文の概要を述べ、本研究の位置づけを明確にしている。

第 2 章では実験装置および方法を説明している。まず本研究で用いたナトリウム加熱と電気加熱の両装置の系統構成、測定方法と検定結果を述べたのち、水単相流熱伝達実験結果から測定精度を総合的に検討している。

第 3 章ではドライアウト特性を対象としている。まず実験で観測されたドライアウトの特徴およびドライアウト乾き度の運転条件と加熱方法による差異を検討したのち、既存の諸相関式を実験値と比較し、それらが低圧、低流量域で不一致が大きいことを示している。つぎに、実験値を高精度に評価する相関式を提示し、高流量域の既存の実験値とも比較することにより、本相関式の適用範囲を明らかにしている。

第 4 章ではドライアウト点近傍の壁温挙動を対象としている。先ず壁温の記録からその挙動の特徴を明らかにしたのち、ドライアウト発生点から完了点に至る遷移域の長さや壁温こう配を定量的には握し、つぎに壁温振動の特徴を温度変動記録と周波数解析から検討し、振動の周期と振幅を定量的には握している。

第 5 章ではポストドライアウト域熱伝達特性について述べている。まずナトリウム加熱による熱伝達率の実験値にもとづき既存の相関式を検討し、実験値との不一致の大きいことを明らかにしている。

つぎに二段階モデルにもとづき初期液滴径を実験定数とする解析モデルをたて、熱伝達率の評価の面から最適初期液滴径を求め相関式の形で整理している。熱伝達率の解析結果を本実験値および既存の電気加熱による実験値と比較し、広い流量範囲で解析値は実験値と良好に一致することを示している。さらに設計への適用面から本解析を簡略化した簡易計算法を提示し、それが実験値を妥当な精度で表現できることを示している。また非平衡乾き度と熱平衡乾き度の関係を規定するパラメータを抽出し、最後に熱伝達率に与える運転条件の影響を明らかにしている。

第6章では前章迄に得た諸結果を用いて蒸気発生器の伝熱特性を総合的に検討し、これらが設計計算法として蒸気発生器の伝達特性を高い精度で評価しうることを示している。

第7章では本論文の成果を要約することにより、本論文全体を総括している。

論文の審査結果の要旨

高速増殖炉による発電プラントの開発をめざして、原子炉からきた高温の液体ナトリウムを受け入れて高圧蒸気を発生する蒸気発生器の研究開発が世界各国で進められている。この蒸気発生器で伝熱管が損傷するとナトリウム-水反応による事故に直結するが、貫流形蒸気発生器ではドライアウト点近傍を回避した構造とすることはできず、そのドライアウト点近傍では管壁温度変動および管軸方向壁温こう配がともに大きく、安全上最も検討を要する場所となっている。最近はドライアウト点も含めて蒸気管内気液二相流の伝熱特性の研究がさかんに行われているが、その多くは管壁を電流で加熱して実験したものが多く、ナトリウムで加熱される実際の蒸気発生器にはそのままでは適用できず、また実験範囲も断片的で不十分であった。

この研究は液体ナトリウムを熱源とし、ほぼ実用寸法の管一本よりなる直管貫流形蒸気発生器に対して、実器の設計への適用を念頭において、ドライアウトをめぐる伝熱特性を系統的に解明したものである。研究に際して電気加熱による直管貫流形蒸気発生器に対する実験も平行しておこない、従来の研究との接合を可能にし、また本研究で得られた諸成果の適用範囲の確認に役立てている。この研究で得られた主要な結果はつぎのように要約できる。

- (1) ドライアウト乾き度は質量流量と圧力の影響を受けるが、ドライアウト点の局所熱負荷の影響を受けない。従来のドライアウト乾き度相関式はとくに低圧、低流量での一致があるいので新しい相関式を提示し、この式が今回の実験範囲をこえて適用できることを論証し、またその適用範囲を明らかにしている。
- (2) ドライアウトの開始点と完了点との間すなわち遷移域の長さ、壁温勾配、壁温振動の周期と振幅を各種運転パラメータと定量的に関係づけ、伝熱管の熱応力と熱疲労の評価を可能にしている。
- (3) ポストドライアウト域熱伝達に関し、ドライアウト開始点での初期液滴径を熱伝達率誤差最小の条件下で定量化し、これを用いた解析モデルから導かれる簡易計算法を定め、また熱伝達におよぼす諸量の影響を説明することに成功している。

(4) 以上の諸結果を用いて供試蒸気発生器のナトリウム温度分布，交換熱量，出口蒸気温度の総合的計算値を実験値と比較し，諸結果の妥当性を確認し，ナトリウム加熱貫流直管形蒸気発生器の設計にこの計算方式が適用できることを検証している。

以上の成果は伝熱学上興味のある気液二相流ドライアウト点の特性の解明に寄与したばかりでなく，高速増殖炉発電プラント用蒸気発生器の開発にも寄与したもので，工学上貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。