

氏名(国籍)	張 佑 杰 (中 国)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	博 乙 第 2196 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
審査研究科	システム情報工学研究科
学位論文題目	<b>EXPERIMENTAL STUDY ON THERMAL-HYDRAULICS OF INTEGRAL NUCLEAR HEATING REACTOR NHR5 WITH PASSIVE SAFETY</b> (受動安全炉 NHR5 の熱水力現象に関する実験的研究)
主 査	筑波大学教授 工学博士 石 川 本 雄
副 査	筑波大学教授 博士(工学) 阿 部 豊
副 査	筑波大学助教授 工学博士 文 字 秀 明
副 査	筑波大学講師 博士(工学) 藤 野 貴 康

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は7章より構成されている。第1章では論文全体の構成を述べると共に、受動安全炉の熱水力現象に関するこれまでの世界における研究を総括し、必要な研究課題について述べている。また中国清華大学原子エネルギーおよび新エネルギー研究所に建設された5MW熱出力受動安全炉NHR5の基本的設計と安全特性に関して記述し、NHR5炉の性能を把握するために建設された炉外装置を用いた実験に関して説明している。

第2章は自然循環実験装置における2相流不安定性に関する実験結果をまとめている。すなわち各種不安定性(low quality density wave oscillation, flow excursion, flashing and geysering phenomena)の発生条件を実験的に示している。また、実験結果は加熱エネルギーの空間的分布は2相流不安定性にはほとんど影響を与えないことを示した。

第3章は2相流不安定性の振動の大きさや振動周期を計測できるだけでなく、不安定性の動的振舞いを計測できる新しい制御方法と信号伝達方法を提案し、制作、実験した結果を述べている。実験装置にパルスの熱動揺(加熱入力の7%程度)を与え、入力信号と質量流量に関する出力信号の相互相関及び出力信号の自己相関を観測し、2相流不安定性の動作領域の同定に成功した。

第4章では自然循環熱炉の微小沸騰運転の運転開始手順に関する実験的研究結果をまとめている。NHR5熱炉はPWR運転で設計されているが、微小沸騰運転を行うと出力密度を大幅に向上でき、炉の経済性を高めることが可能である。しかしNHR炉のPWR運転から微小沸騰運転への切り替え手順は確立されておらず、テストループを用いてその手順を実験的に解明した。すなわち、各種不安定性が発生する運転領域を実験的に確定し、PWR運転の安定領域から不安定領域を経ずに微小沸騰運転の安定領域へ移行する手順を確立した。

第5章では自然循環熱炉NHR5の小規模LOCAに関する実験的研究をまとめている。実際の研究はNHR5を模擬した熱水力テストループNRTL-5において実施した。実験では不安定な2相流振動が観測されたが、NHR5の運転では小規模LOCAが発生しても炉心は常に冷却水により覆われることを確認し、NHR5の安全性を確かめた。

第6章は出力200MWの熱炉NHR-200のボロン水の重力注入に関する実験的研究結果をまとめたものであり、常温試験と高温試験結果を比較している。その結果高温試験では圧力がバランスするために必要な時間は常温試験の2倍から3倍の時間であることを発見した。

第7章は本研究のまとめと今後の研究課題を記述している。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、中国清華大学原子力及び新エネルギー研究所に建設された実験用受動安全熱炉NHR5に関して、熱水力学的挙動に関する実験的研究をまとめたものである。NHR5運転条件における各種の2相流不安定性の動作領域を発見し、また過渡特性観測手法を開発し、さらに自然循環熱炉NHR5のPWR運転から微小沸騰運転への移行手順を確立した。ついで自然循環熱炉NHR5の小規模LOCAに関する実験的研究により、NHR5は安全であることを実験的に確認した。

以上のように、受動安全熱炉の熱水力学的挙動に関して多面的な実験的研究結果をまとめており、博士論文の水準に達している論文と判定した。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。