

氏 名	安 川 茂 やす かわ しげる
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 345 号
学位授与の日付	昭 和 45 年 3 月 23 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	重水減速動力炉の燃焼特性
論文調査委員	(主 査) 教 授 若 林 二 郎 教 授 西 原 宏 教 授 岐 美 格

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、重水減速動力炉の格子の燃焼特性、種々の燃料交換方式を用いたときの炉心の燃焼特性について、電子計算機による数値実験および理論解析により研究し、重水減速動力炉の設計に用いられる種々のパラメータが燃焼特性に与える影響を明らかにして、最適設計に対する資料を提供するとともに、これらの結果をわが国で計画を進めているプルトニウム自給サイクル型重水動力炉の設計研究に用いて、その燃焼特性の特長を明らかにしている。また長期燃料サイクルの観点から重水減速動力炉のもつ役割や意義についても検討を加えたもので、七章からなっている。

第一章では、原子開発において重水動力炉のもつ意義を、経済性および核燃料の有効利用の観点から説明するとともに、各国の研究開発の実態を中心にして、重水動力炉の型式、構造、特徴などについてその概要を述べている。

第二章では、ウラン装荷格子、プルトニウム装荷格子およびトリウム装荷格子について、減速材と燃料の体積比、燃料の濃縮度、燃料ペレットの直径、格子ピッチおよび燃料の組成比などの設計パラメータが、格子の燃料特性に与える影響を数値実験的に求め、一部内外の数値計算例も含めて、これに総括的な検討を加えている。またドブラー係数、温度係数、ボイド係数、出力ピーキング係数などの動特性や安全性を支配するパラメータが、上記の設計パラメータおよび燃焼度によって如何に形響されるかを検討している。なおこれら一連の数値計算において、現在世界的に信頼されている燃焼計算コードの一つである WATCH—TOWER コードを用いているが、これを用いたときの計算精度を諸外国で行なわれた臨界実験のデータを用いて検討し、この計算コードに含まれる誤差の評価を行なうとともに、その補正方法を見出している。

第三章では、種々の燃料交換方式を用いたときの、炉心の燃焼特性および出力ピーキング係数の時間的な推移を、初期炉心から平衡炉心に至るまで数値実験的に検討している。これらの結果を総括して、例えば軸方向交差方式、二分割燃料を用いた軸方向シャッフル方式、半径方向イン・アウト方式などの燃

料交換方式を用いれば、燃焼度を比較的高くすることができるが、出力ピーキング係数がかなり大きくなるため実用的とはいえず、半径方向アウト・イン方式を用いれば、出力ピーキング係数を比較的小さくできるが、高い燃焼度をうるためには頻繁に燃料交換を行なう必要があるため、燃料交換の手数が増すという欠点をもつことを明らかにし、結局微濃縮燃料を使用する重水動力炉では、英国の SGHW やわが国の ATR で考えられているチェス型方式、あるいはこれとアウト・イン方式を組み合わせた方式がすぐれていることを明らかにしている。なお今後の問題点として、この分野に対する最適化の理論研究の必要性を指摘している。

第四章では、イン・アウト方式、アウト・イン方式および軸方向交差方式を用いて、連続燃料交換を行なう場合の燃焼特性を解析的に解く方法として、従来線型理論を用いた摂動法および逐次反復計算法が用いられていたが、これに対し、ある近似の範囲内で非線型方程式を楕円関数を用いて解析的に解く方法を提案している。この方法による解析解と第三章で行なった数値実験の結果を比較検討することにより、従来の解析法に較べて数値実験の結果を一般的にさらによく説明しうることを示して、ここで提案した理論解析法の有効性を実証している。

第五章では、著者等のグループで検討されたプルトニウム自給サイクル型重水動力炉の設計研究において、Ref. 15 E 格子が非常に好ましいものであると決定するに至った研究経過の概要を説明している。特に燃料格子や反射体が、炉心の出力分布、熱水力学の特性および燃焼特性に与える影響について詳しい計算を行ない、これらの点からも Ref. 15E 格子がすぐれた特性をもつことを明らかにしている。またプルトニウム自給サイクルを他の燃料サイクルと比較検討して、この燃料サイクルの経済的な評価を行なっている。なおこれらの研究は、わが国で計画されている新型転換炉（ATR）の設計の基礎となっている。

第六章では、重水減速動力炉の核燃料有効利用度を、他の代表的な熱中性子動力炉のそれと比較検討し、燃料サイクルの観点から重水動力炉のもつ意義を分析している。またわが国における長期電力需要の見通しと、そこに占める原子力発電の割合に関する予測資料にもとづいて、わが国におけるウラン需要量と重水動力炉の投入効果との関連を、高速増殖動力炉の開発予測をも考慮して分析し、原子力発電の長期計画に対する資料を提案している。

第七章は結論で、以上の研究の総括を行なっている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、現在開発途上にある重水減速動力炉に着目して、炉の型式、燃料濃縮度、ペレット直径など炉心設計上のパラメータが、燃料の燃焼度、出力ピーキング係数、反応度係数などの炉の経済性、動特性、安全性などを支配するパラメータに如何に影響するかを、計算機を用いた数値実験および理論解析により明らかにし、重水動力炉の型式決定、炉心設計上有益な資料を与えるとともに、核燃料の有効利用の観点から、原子力開発において重水動力炉のもつ意義を明確にしたもので、その主な成果は次の通りである。

1) 種々の燃料組成をもつ格子の燃焼特性について、計算機による数値実験を行ない、種々の設計パラメータと燃焼特性の関連を明らかにするとともに、現在世界的に信頼されている燃焼計算コードの一つであ

る WATCH—TOWER コードの精度を，アメリカ，イギリス，カナダなどで行なわれた臨界実験のデータを用いて検討し，その誤差の補正方法を見出している。

2) 炉心の燃料交換方式と出力ピーキング係数，燃焼度および反応度係数との関係を数値実験により明らかにし，燃料交換方式の決定のための資料を提供している。

3) 連続燃料交換方式に対する燃焼特性を解析的に解く方法として，従来は線型理論を用いた摂動法あるいは逐次計算法が用いられていたが，これに対して新しく非線型方程式を楕円関数を用いて一般的に解く方法を提案している。これは従来の方法に較べて，広い範囲にわたり，すぐれた近似解を与えることを数値実験との比較から明らかにしている。

4) わが国の新型転換炉の開発計画に関与して，炉心燃焼特性および燃料サイクルに関する多くの数値実験を行なって，炉型式をプルトニウム自給サイクル型に決定するための基礎資料を提供するとともに，炉心設計に対しても多くの基礎資料を与えている。

5) 核燃料の有効利用の観点より，わが国の原子力発電の長期開発計画において，重水減速動力炉のもつ意義と役割を明確にしている。

以上要するに本論文は，重水減速動力炉の燃焼特性について，始めて総合的且つ系統的に研究したもので，その成果は重水動力炉の型式決定，炉心設計に役立つのみならず，原子発電の長期開発計画に対しても指針を与えるもので，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。