

氏 名	小 林 節 雄 こ ばやし せつ お
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 155 号
学位授与の日付	昭 和 41 年 9 月 27 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	Measurement and Analysis of Thermal Disadvantage Factor for $\text{UO}_2\text{-H}_2\text{O}$ Lattices (二酸化ウラン軽水格子系の熱中性子損失因子の実験的研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 四手井綱彦 教 授 武 藤 二 郎 教 授 長谷川博一

論 文 内 容 の 要 旨

非均質型原子炉の核的設計において、熱中性子損失因子の決定は基本的問題の一つである。燃料棒の配列間隔が密でない場合は、従来の近似的計算方法でこの問題を取り扱ってそれ程問題はなかった。最近になって、原子炉型式の発展にともなう、燃料棒が密に配列された小さな格子系が問題となり、その計算方法について多くの理論的研究が試みられている。一方これら理論的結果を裏づける実験的研究が殆んどなく、統一された結論が得られていない。

主論文ではこの問題をとりあげ、 $\text{UO}_2\text{-H}_2\text{O}$ 格子系について、 $\text{H}_2\text{O}/\text{UO}_2$ 体積比 3.5~0.43 の領域での 7 種の格子系でその熱中性子損失因子を測定した。さらに別の実験として測定された熱中性子スペクトルの積分パラメータについての結果を加えて、従来の理論的近似モデルによる結果と比較検討し、モデルの妥当性とその適用限界とを吟味した。

熱中性子損失因子の測定には、Dy 箔の放射化法を採用し、検出箔の位置のずれによる誤差をさけるため、燃料棒および減速材の各領域についてそれぞれ10個の検出箔を用い、それらの測定結果を余弦関数分布に適合させ、その振幅をもって放射化量とした。また、炉心全体にわたる中性子束分布の勾配による誤差をさけるため、隣接する4本（4角格子）または3本（6角格子）の燃料棒を一組とし、その中の2本の燃料棒とその間の軽水領域とを測定点として採用している。さらに、軽水中の検出箔の支持法として、従来一般に使用されているアクリル樹脂板の代わりに糸を用い、樹脂板による大きい歪効果を実験的にのぞいて測定値の精密化をはかった。

熱中性子パラメータの測定には、Lu と Cu の放射化量の比を測る方法を採用した。このために Lu-Cu の粉末合金を作成し、照射および計測にともなう誤差を最小限にする工夫をおこなった。

以上のような方法による精密測定の結果を、現在知られている近似モデルによる結果と比較検討して、つぎの結論を得た。

- i) 単位セル内の $\text{H}_2\text{O}/\text{UO}_2$ 体積比が減少するにしたがって、熱中性子損失因子は単調には減少せず、

むしろ平坦状である。

ii) 求められた熱中性子損失因子は、単位セルを2次元的に取り扱いスペクトル変化を考慮した計算方法（衝突確率法による Nelkin モデルの2次元近似）による結果と比較的良好一致を示す。また、単位セルを一次元円筒化近似し、外周条件として完全反射または等方反射をとった場合いずれも実測値と一致せず、一次元円筒化近似は小さい格子の場合適切でない。

iii) 熱中性子スペクトルパラメータの測定結果は、小さい格子では、既知のモデルによる結果より硬いスペクトルを示し、とくに減速材領域でその差は大きい。このことはまた一次元円筒化近似が適切でないことを示すとともに、2次元近似モデルにおいても、軽水減速材中での中性子束の異方性と散乱核のさらに厳密な取り扱い、たとえば Egelstaff-Schofield のモデルの使用が必要であることを示すものである。

参考論文1は、黒鉛減速型平均質臨界集合体 (SHE) を組み立て、その臨界データの測定をおこなうとともに臨界計算法について検討をおこなったものである。参考論文2では、低出力原子炉の出力較正法として中性子源挿入法を、平均質集合体 (SHE) をつかって、その適用性、精度および問題点を検討している。参考論文3は、原子炉内中性子束分布を測定するため、ワイヤスキャンナの崩壊補正の自動化方式を開発し、その性能を検討したものである。参考論文4は、黒鉛および軽水減速系についての pulsed experiment および $\text{UO}_2\text{-H}_2\text{O}$ 系の critical experiment と、その理論的解析の報告である。参考論文5は、崩壊補正を自動化した fuel rod scanner を試作し、それによる原子炉出力密度の測定法を検討したものである。

論文審査の結果の要旨

熱中性子損失因子の決定は、非均質型原子炉の核的設計における重要な課題である。とくに軽水減衰型格子では、単位セルが小さく減速材対燃料体積比が小さくなるので、中性子スペクトルの Maxwell 分布からのずれが大きくなり、正確な中性子スペクトルを求めることが、他の減速材を用いた場合に比してより必要になる。従来この問題をとくためいくつかの近似計算モデルが提出されている。減速材軽水の層が十分厚い場合はこれらの計算方法ではほぼ満足すべき結果が得られるが、稠密格子の場合は従来の方法では不正確と考えられ、多くの理論的検討が試みられている。一方これら理論的取り扱いの正否を検証する実験的資料が殆んどなく、統一された結論は得られていない。したがって、稠密格子についての実験的資料を得ることは重要である。

申請者は主論文でこの問題を取りあげ、 $\text{UO}_2\text{-H}_2\text{O}$ の格子系について熱中性子損失因子の実験的研究をおこなった。その測定にはとくに工夫された方式を採用し、精度の高い測定値を得ている。測定の結果、熱中性子損失因子は、従来考えられていたように $\text{H}_2\text{O}/\text{UO}_2$ 体積比の減少とともに単調に減少して1に近づくことなく、むしろその傾向は平坦状であることをはじめて明らかにした。

また、熱中性子スペクトルパラメータの測定から、稠密格子についての実測値は、従来提出されているモデルによる結果より一般に硬いスペクトルを示し、とくに減速材領域でのスペクトルにその傾向が著しいことを見出した。この結果は従来しられていなかった重要な資料である。

これらの実験から得られた資料を総合解析し、稠密格子についての従来の計算モデルを改良すべき方針

をつぎのように指摘している。

i) 従来主として採用されている単位セルの一次元円筒化近似は適当でなく、二次元近似を必要とする。

ii) さらに二次元近似においても、減速材中での中性子束の異方性と散乱核モデルのさらに厳密な取り扱いが必要である。

以上の主論文は、原子炉物理学における重要な課題を精密な実測によって解明したもので、この分野に新しい知見を加えるとともに、原子炉の核的設計法の基礎的問題の発展に寄与するところが大きい。また参考論文はいずれも、申請者が原子炉物理学の分野について豊富な知識と優れた研究能力とをもちていることを示している。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。