



Title	二酸化ウランペレットのリロケーションと核燃料挙動に関する研究
Author(s)	小熊, 正臣
Citation	大阪大学, 1984, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/798
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	小 熊 正 臣
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6650 号
学位授与の日付	昭和 59 年 11 月 28 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	二酸化ウランペレットのリロケーションと核燃料挙動に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 井本 正介 教授 山根 寿巳 教授 三宅 正宣

論文内容の要旨

本論文は、出力上昇に伴う二酸化ウランペレットの変形挙動の解明とそのモデル化に関する研究成果をまとめたもので、7章から成っている。

第1章は序論で、本研究の意義と目的を述べている。

第2章は二酸化ウランペレットの熱衝撃破壊を取り扱ったもので、ペレットの気孔率や微細組織と熱衝撃損傷との関係を炉外熱衝撃実験により明らかにしている。また、理論解析を行い、熱衝撃損傷挙動を気孔率や潜在クラックの長さの関数として表す理論式を導出している。

第3章ではペレットの破壊強度と微細組織との関係を炉外実験から明らかにし、破壊強度を支配する潜在クラックはペレット表面に存在する粗大気孔であることを見出すと共に、破壊強度を微細組織パラメーターで表す実験式を導いている。

第4章は、出力上昇過程における二酸化ウランペレットの挙動のうち PCI 開始前の挙動について述べたもので、まず燃料棒の照射実験を行い、炉内計測データから出力上昇時のギャップ変化を推測し、次にペレットの割れ解析を行って出力上昇に伴う割れとリロケーションとの関係を求め、リロケーション挙動の定量的説明を試みている。そして出力上昇時のペレット-被覆管ギャップの変化を与えるギャップ閉塞モデルを提案している。

第5章では、PCI 開始後のペレットの挙動について述べ、割れたペレットを破片の集合体とみなし、これに実効的な弾性定数を与える実効弾性モデルを導入している。そしてこの実効弾性定数を炉外 PCI 模擬実験と燃料挙動解析コードによる PCI 解析とから決定している。

第6章では、解析的方法と実験的方法のそれから PCI 開始条件について検討した結果を述べている。すなわち

ち解析的方法では、隣接するペレット片の接触面で発生する摩擦力がせん断力を越えた時、ペレット片同志の固着が起りPCIが発生するとして、その条件を解析的に求めている。一方実験的方法では、燃料棒横断面の空隙率がある臨界値に達すると、割れたペレットの圧縮性が喪失しPCIが発生するとして、その臨界空隙率を燃料棒の照射実験から求めている。

第7章は結論で、本研究で得られた主要な結論を総括し、将来の問題点を展望している。

論文の審査結果の要旨

本論文は、軽水炉の出力上昇中に起る二酸化ウラン(UO_2)ペレットの割れや割れ片のリロケーションなどの変形挙動を実験ならびにモデル解析によって究明した結果をまとめたもので、その主な成果を要約すると次のとおりである。

先ず UO_2 ペレットの破壊挙動については、破壊強度と気孔率との関係をしらべ、熱衝撃破壊も含め気孔率の影響が大きいこと、一定気孔率のもとではペレット表面に存在する最大気孔が破壊強度を支配する潜在クラックであることを見出し、 UO_2 ペレットの破壊強度を微細組織パラメーターで表す実験式を導いている。

次に出力上昇過程における UO_2 ペレットの挙動については、これをハードPCI開始前の挙動と開始後の挙動とに分け、開始前ではペレットは約 60W/cm の出力レベルで最初の割れを生じ、同時に約 $50\mu\text{m}$ のリロケーションを行うこと、以後発生するクラック数は出力に対してほぼ直線的に増加すること、リロケーションの大きさはクラック数とほぼ比例することなど重要な知見を見出し、出力上昇に伴うギャップの大きさの変化をよく記述する実験式を求めている。

ハードPCI開始後については、実効弾性モデルを提案し、実効弾性定数をPCI模擬実験から求めている。最後にハードPCIがどのような条件で発生するかを実験ならびに理論の両面から検討して臨界空隙率の概念を導入している。

以上のように、本論文は軽水炉の出力上昇過程で生ずる燃料棒の複雑な変形挙動を解明するため各種の実験を行い、理論モデルを組立てて実験データを整理し、その結果いくつかの新しい知見を見出すとともに、照射中の燃料棒の変形挙動をよく記述しました予測できる実験式を見出したものであって、核燃料工学の進歩と軽水炉技術の発展に寄与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。