

Title	Thermal and Mechanical Properties of High Burnup Oxide Fuels
Author(s)	黒崎, 健
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/155
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	黒崎 健
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 18201 号
学位授与年月日	平成 15 年 11 月 27 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	Thermal and Mechanical Properties of High Burnup Oxide Fuels (高燃焼度酸化物燃料の熱物性・機械的特性に関する基礎研究)
論文審査委員	(主査) 教授 山中 伸介 (副査) 教授 西嶋 茂宏 助教授 山本 孝夫 助教授 宇埜 正美

論文内容の要旨

本論文は、高燃焼度酸化物燃料の各種熱物性・機械的特性を、模擬燃料物質を用いた物性測定と計算機シミュレーションの両面から、総合的に評価することを目的としている。本論文は、以下の四章から構成されている。

第一章では、導入部として、本研究の背景と目的について述べられている。燃料の効率的運用や使用済燃料発生量の抑制の観点から、現行の酸化物燃料の高燃焼度化がすすめられており、高燃焼度燃料の熱物性や機械的特性が、燃料の健全性を評価するうえで、極めて重要であることが指摘されている。

第二章では、模擬燃料物質を用いた物性測定として、以下の三点に関しての成果が述べられている。(1)高燃焼度を模擬した燃料である SIMFUEL について、その熱物性・機械的特性の、模擬燃焼度ならびに熱処理時の酸素ポテンシャル依存性が評価されている。固体状核分裂生成物の蓄積が燃料物性に与える影響について、総合的に評価されている。(2)高燃焼度酸化物燃料中に、析出相として存在するペロブスカイト型複合酸化物と Mo-Ru-Rh-Pd 合金について、その熱物性・機械的特性が系統的に研究されている。(3)高燃焼度酸化物燃料中に存在する各相の機械的特性を、直接その場で計測する技術として、ナノインデンテーションの適用性が研究されている。UO₂ や(U, Ce)O₂ のナノ機械特性を測定するとともに、新しい照射後試験技術への応用展開が提案されている。

第三章では、計算機シミュレーションによる高燃焼度酸化物燃料の物性評価として、以下の四点に関しての成果が述べられている。(1)高燃焼度酸化物燃料中の固体状核分裂生成物の挙動が、化学平衡計算により評価されている。(2)(U, Pu)O₂ やペロブスカイト型酸化物の各種熱物性・機械的特性が、分子動力学法により評価されている。(3)高燃焼度酸化物燃料の熱化学的特性を評価するうえで必要不可欠な、O-Pu-U 三元系の熱力学データを整備するとともに、三元系状態図が CALPHAD 法により作製されている。(4)燃料ペレットの熱伝導率・ヤング率に及ぼす、酸化物・金属析出相の影響が、有限要素法解析により定量的に評価されている。

第四章は結論であり、本研究で得られた成果が要約されている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高燃焼度酸化物燃料の熱物性・機械的特性を評価することを目的としている。

燃料の効率的運用や使用済燃料発生量の抑制の観点から、現行の酸化物燃料の高燃焼度化がすすめられている。高燃焼度酸化物燃料の健全性を評価するためには、その熱物性や機械的特性が極めて重要であるが、使用済み燃料の取り扱いの困難さのため、非常に限られたデータしかないのが現状である。

本論文は、高燃焼度酸化物燃料の熱物性・機械的特性に関して、模擬燃料物質を用いた物性測定と計算機シミュレーションの両面から、総合的に評価した成果をまとめたものである。

主な成果は以下のように要約できる。

模擬燃料物質を用いた物性測定に関しては、(1)高燃焼度を模擬した燃料である SIMFUEL を用いた物性測定を通して、固体状核分裂生成物の蓄積が燃料物性に与える影響について、総合的に評価されている。(2)高燃焼度酸化物燃料中に存在する酸化物・金属析出相の熱物性・機械的特性が系統的に研究されている。(3)ナノインデンテーションにより UO_2 や $(\text{U}, \text{Ce})\text{O}_2$ のナノ機械特性を測定するとともに、新しい照射後試験技術への応用展開が提案されている。

計算機シミュレーションによる高燃焼度酸化物燃料の物性評価に関しては、(1)高燃焼度酸化物燃料中の固体状核分裂生成物の挙動が、化学平衡計算により評価されている。(2) $(\text{U}, \text{Pu})\text{O}_2$ やペロブスカイト型酸化物の各種熱物性・機械的特性が、分子動力学法により評価されている。(3) O-Pu-U 三元系状態図が CALPHAD 法により作製されている。(4)燃料ペレットの熱伝導率・ヤング率に及ぼす、酸化物・金属析出相の影響が、有限要素法解析により定量的に評価されている。

以上のように、本論文は、高燃焼度酸化物燃料の熱物性・機械的特性に関して、重要な知見を与えており、これらの知見は、原子力工学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。