



教授 / 博士 (工学)

松浦 敬三

Keizo Matsuura

学歴

京都大学 工学部 電気工学第二学科、京都大学 大学院 工学研究科 電気工学第二専攻 修士課程、
京都大学 大学院 工学研究科 原子核工学専攻 博士課程 研究指導認定退学

経歴

原子燃料工業(株) 熊取事業所 技術開発部部长、環境安全部部长
福井工業大学教授、図書館長

相談・講演・共同研究に応じられるテーマ

伝熱流動現象に関する技術相談及び解析評価、伝熱及び流体機器設計、原子炉安全性評価

メールアドレス

matsuura-k@fukui-ut.ac.jp



主な研究と特徴

「軽水型小型モジュール炉における超高燃焼度金属燃料の開発」

現在、世界各国で次世代原子炉として安全性の高い小型モジュール炉 (Small Modular Reactor, SMR) が開発されている。しかしながら、大型軽水炉と比べて経済性が劣ることが指摘されている。これを克服する一つの手段として燃料の高燃焼度化による燃料コストの低減が挙げられている。しかし、従来から用いられている酸化物燃料 (UO₂) ペレットの場合、高燃焼度化にともなうペレットと被覆管の相互作用 (Pellet Cladding Mechanical Interaction, PCMI) が燃料の破損を引き起こすことが懸念されていた。そこで、燃料材料として酸化物でなく、金属 (UPuZr) を用いることでこの相互作用を緩和し、高燃焼度化を実現できるかを検討した。図1は、従来の酸化物燃料と金属燃料の両者を用いた場合の被覆管応力の変化を解析した結果である。高燃焼度領域 (100,000MWd/t超) において金属燃料を用いた場合の被覆管応力が酸化物燃料と比較して低下し、被覆管の破損は生じないことを確認できた。これは、金属燃料の場合、ペレットと被覆管が接触後に軸方向クリープ変形が発生し、被覆管の周方向変形を緩和するためと考えている。

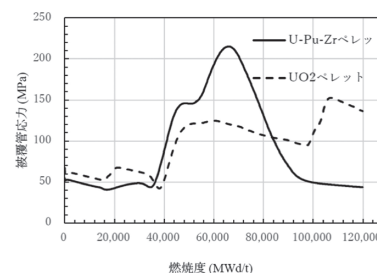


図1. 定格運転時のUPuZr燃料のUO₂燃料の被覆管応力

今後の展望

金属燃料が有するクリープ特性によりPCMIを緩和することができ、金属燃料の高燃焼度時における利用の可能性が示唆された。今後、金属燃料ペレットのスウェリングモデルとFPガス放出モデルの2つの照射モデルを実装し、高燃焼度時における正確な燃焼挙動を把握する予定である。



Doctor of Engineering / Professor

Keizo Matsuura

Education

Department of Engineering, Faculty of Electric Engineering II, Kyoto University
Kyoto University Graduate School of Engineering, Engineering Master Program
Kyoto University Graduate School of Engineering, Engineering Doctoral Program

Professional Background

Nuclear Fuel Industries, Ltd. Kumatori Works, Director of fuel engineering and development, Director of environmental safety.
Professor, Director of the Library, Fukui University of Technology.

Consultations, Lectures, and Collaborative Research Themes

Technical consultant and analysis of thermal hydraulic phenomena, Design of thermal hydraulic equipment, Nuclear Reactor Safety Evaluation

e-mail address

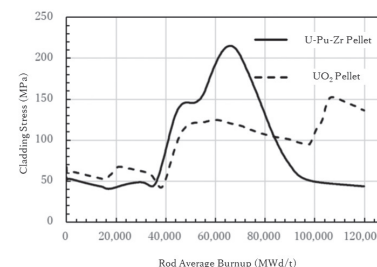
matsuura-k@fukui-ut.ac.jp



Main research themes and their characteristics

Development of Ultra-High Burnup Metal Fuel for Light Water Small Modular Reactor

At present, small modular reactors (SMRs) are being developed as next-generation nuclear reactors in many countries around the world. However, it has been pointed out that they are less economical than large light water reactors. One way to overcome this is to reduce fuel costs by increasing the fuel burn-up. However, in the case of conventional oxide fuel (UO₂) pellets, there were concerns that pellet-cladding mechanical interaction (PCMI) associated with high burnup would cause fuel failure. Therefore, we investigated whether it would be possible to achieve high burnup by using a metal (UPuZr) instead of an oxide as the fuel material to mitigate this interaction. Figure 1 shows the results of an analysis of the change in cladding stress when both conventional oxide fuel and metallic fuel are used. It was confirmed that the cladding stress when metallic fuel is used in the high burnup region (over 100,000MWd/t) decreases compared to oxide fuel, and that the cladding does not break. This is thought to be because, in the case of metallic fuel, axial creep deformation occurs after the pellet and cladding come into contact, and this mitigates the circumferential deformation of the cladding.



Future prospects

The creep characteristics of metallic fuels can mitigate PCMI, suggesting the possibility of using metallic fuels at high burnups. In the future, we plan to implement two irradiation models: a swelling model for metallic fuel pellets and a FP gas release model, to accurately understand the combustion behavior at high burnups.