

原子炉燃料の健全性評価のための非破壊分析技術の開発

(10) 全体計画の概要

Development of Nondestructive Methods Adopted for Integrity Test of Next Generation Nuclear Fuels

(10) Outline the Research Project

*中島 健¹、加美山 隆²、持木 幸一³、小池 公⁴、鬼柳 善明⁵、佐藤 節夫⁶

¹京都大学, ²北海道大学, ³東京都市大学, ⁴アールテック (株), ⁵名古屋大学, ⁶高エネ研

MA 含有 TRU 燃料の健全性評価のために、パルス中性子源を用いて核種濃度及び物性情報（熱特性、形状等）を定量、可視化する総合的な非破壊分析測定システムの開発を平成 26 年より 4 年計画で実施してきた。今回、これまでの主要な成果をシリーズにて報告する。本報告では、研究全体の概要について述べる。

キーワード：非破壊分析技術、次世代燃料、パルス中性子、中性子飛行時間法

1. 研究目標

本研究では、強い放射能と発熱量を持つ MA 含有 TRU 燃料の健全性評価技術の開発を目指し、パルス中性子源を用いて燃料の核種濃度及び物性情報（熱特性、形状等）を定量、可視化する総合的な非破壊分析測定システムを開発し、その有効性を実証するものである。研究項目としては、①核種濃度定量・可視化技術の高度化、②物性値の定量・可視化技術の高度化、③総合測定システムの開発、並びに、④実証試験に基づく測定システムの総合評価があり、参加各機関が連携を取りながら研究を推進している。ここでは、今回報告する成果の概要を述べる。

2. 主要な成果の概要

1) 中性子源開発

本研究では、京大炉ライナックのパルス中性子源を用いた中性子飛行時間法が主に使用される。この中性子源で使用している減速材、反射材の配置、及び中性子飛行管内構造（コリメータ）の改良を行い、本研究で必要となる共鳴エネルギー領域の中性子源として使用可能な見通しを得た。

2) 核種定量分析技術開発（Self-indication 法を用いた中性子共鳴濃度分析）

京大炉ライナックにおいて、厚さや濃縮度の異なるウラン・アルミニウム合金をサンプルとした Self-indication 法を用いた核種定量試験を行い、同手法により核種の定量分析が可能であることを検証した。

3) 中性子イメージング技術の開発（中性子と X 線イメージングの複合化、空間分解能の改善）

中性子イメージングにおける空間分解能の改善を目指し、高精細 X 線 CT と中性子イメージングによる相乗イメージング手法を開発し、3 次元化への適用を行った。また、サブピクセルシフト法の適用による空間分解能改善の有効性を実験的に検証した。

4) ドップラ効果を用いた温度測定

模擬燃料ペレットを試料として、昇温前後の透過共鳴中性子束の変化を測定した。その結果、試料の熱膨張による透過中性子束変化の補正を行うことで温度変化によるドップラ効果の様子を定量的に測定でき、平均的な試料温度を求めることが可能となった。

3. 今後の予定

今年度は総合実証試験を行っており、本年 2 月末に最終的な総合実証試験を実施する予定である。

本研究は、特別会計に関する法律（エネルギー対策特別会計）に基づく文部科学省からの受託事業として、京都大学が実施した平成 26～29 年度の「次世代原子炉燃料の健全性評価のための非破壊分析技術の開発」の成果を含む。

*Ken Nakajima¹, Takashi Kamiyama², Ko-ichi Mochiki³, Kou Koike⁴, Yoshiaki Kiyanagi⁵ and Setsuo Satoh⁶

¹Kyoto Univ., ²Hokkaido Univ., ³Tokyo City Univ., ⁴R-TEC Co. Ltd., ⁵Nagoya Univ., ⁶KEK