

NITE 法による SiC/SiC 燃料被覆管の 適用技術開発計画(INSPIRE 計画)の最近の成果

A Recent Accomplishment of “INSPIRE” Project for R&D of SiC/SiC Fuel Cladding by NITE Method

*朴 峻秀¹, 岸本 弘立¹, 中里 直史¹, 香山 晃¹

¹室蘭工業大学 OASIS

室蘭工業大学 OASIS では軽水炉の安全性向上を目指した事業である INSPIRE 計画を実施している。端栓技術による燃料ピン模擬体制作技術まで完成させた。燃料を封入しない模擬体（照射セグメント）での照射をハルデン原子炉で平成 28 年 1 月より開始しており、その結果について報告する。

キーワード：事故耐性燃料、SiC/SiC 複合材料、NITE 法、原子炉照射試験

1. 緒言

福島第一原発の事故以降、SiC/SiC 複合材料を始めとする高い安全裕度を有する素材を用いた事故耐性燃料(ATF)の開発が世界中で活発に進められている。INSPIRE 計画 (Innovative SiC Fuel-Pin Research) 「革新的安全性向上を実現させるセラミック複合材料の燃料集合体への適用技術開発」では、NITE 法による SiC/SiC 燃料被覆管の両端にジルカロイ管を接合し、ジルカロイ端栓を用いて燃料ペレットを封入する技術を開発し、原子炉での照射を実行できる段階まで完成させた。この燃料入り燃料ピン模擬体のハルデン炉 (HBWR) での中性子照射は計画期間の短縮により延期されたが、燃料を封入しない模擬体（照射セグメント）での照射が平成 28 年 1 月より開始された。この試験結果も含め INSPIRE 計画の最近の成果を報告する。

2. SiC/SiC 燃料被覆管開発の概要

室蘭工業大学 OASIS においては Original-NITE 法を改良し乾式中間素材を取り入れ、品質および製造性の向上を図った DEMO-NITE 法を用いて SiC/SiC 複合材料を制作しており、同技術により HWBR の炉内装荷基準を満たす 10^8 Pa・m³/s の耐ヘリウムリーク特性を有する SiC/SiC チューブの制作を完了している。

核燃料装荷での中性子照射試験のために、燃料ピンの両端にジルカロイ端栓の接合が求められたことから、異種材料接合技術によりジルカロイチューブを接合させた SiC/SiC 燃料ピンを制作し、SiC/SiC チューブと同様の優れた耐ヘリウムリーク特性を有している事を確認した。なお、将来の全 SiC/SiC 複合材料製燃料ピンの開発を目的とし、同種接合技術を適用し、SiC/SiC 複合材料製端栓を有する SiC/SiC 模擬燃料ピンを作製した。図 1 に本 INSPIRE の計画で作製された模擬燃料装荷した SiC/SiC 燃料ピンのスケールモデルを示す。

3. HBWR 照射試験の概要

INSPIRE 計画の期間短縮に伴い、当初計画していた燃料装荷状態での中性子照射試験計画を変更し、燃料を封入しない模擬体（照射セグメント）および端栓技術開発用の接合チューブの照射を 2016 年 1 月から HBWR で開始した。

照射リグ内にはジルカロイ端栓を付けた SiC/SiC 燃料ピン、全 SiC/SiC 複合材料製燃料ピンおよびクーボン試験片が BWR 条件（温度：280-286℃、圧力：70 bar）の流動・沸騰状態の冷却水に直接に接する構造で設置されている。照射期間は HBWR での 1 サイクル（全出力運転 30～50 日）であり、ループ内の水化学条件は酸素を含まない溶存水素 2ppm±10%である。現在、世界初となる BWR 条件での SiC/SiC 燃料ピン中性子照射試験が順調に行われており、照射リグ内の水質変化を含むデータが取得されている。照射後評価結果を含めて当日報告する。

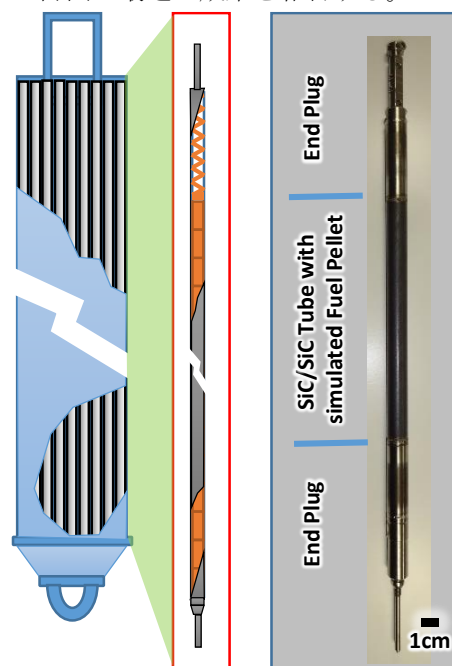


図 1. INSPIRE 計画により制作された模擬燃料装荷 SiC/SiC 燃料ピンのスケールモデル

*Joon-Soo Park¹, Hirotsu Kishimoto¹, Naofumi Nakazato¹ and Akira Kohtyama¹

¹OASIS, Muroran Institute of Technology