

事故耐性燃料としての SiC 複合材被覆管の既設 PWR への適用性に関する評価 (6) 機械特性試験

The feasibility study on SiC composite fuel cladding

for the Accident Tolerant Fuel to the existing PWR plants (6) Mechanical property test

*古本 健一郎¹, 佐藤 大樹¹, 渡部 清一¹, 山下 真一郎², 深堀 智生²,

¹三菱原子燃料, ²原子力機構

PWR 燃料への SiC 被覆管の適用性を評価するうえで重要な、周方向の機械特性を評価するために、SiC 被覆管サンプルを用いて A-EDC 試験^[1]を実施した。

キーワード：軽水炉、事故耐性、燃料被覆管、SiC 複合材、機械特性

1. 緒言

既設 PWR 燃料に SiC 被覆管を適用した燃料棒の健全性評価において、被覆管応力の評価が重要である。また、SiC 複合材の機械特性には異方性があるため、軸・周方向それぞれの機械特性を把握することが必要である。しかし、SiC 複合材の脆性的挙動のため、特に周方向の機械特性を調べるのが技術的に難しい。そこで本研究では、SiC 被覆管サンプルを用いて、近年 Zr 基合金管材を対象として開発された周方向機械特性試験である A-EDC 試験を実施し、SiC 被覆管の周方向機械特性の取得を試みた。

2. 試験

SiC 被覆管をリング状に加工した試料に対する A-EDC 試験について、最適な条件、試料形状等を検討し、試験を実施した。また、試験体系を模擬した有限要素法解析を実施し、試料の応力・ひずみの分布について調べ、SiC 被覆管に対する A-EDC 試験の適用性と技術課題を検討した。

3. 試験結果および結論

リング状試料の幅並びに潤滑剤について最適条件を検討し、試料幅 3 mm、窒化ホウ素系潤滑材を用いる条件にて A-EDC 試験を実施した。取得した周方向の応力・ひずみ特性を図 1 に示す。SiC 被覆管の周方向の弾性限界相当応力(PLS)は約 170~260 MPa、最大応力は約 230~340 MPa であった。

一方で、試験体系を模擬した有限要素法解析結果によると、上記試験にて最適と判断した条件であっても、理想的な単軸の周方向引張応力状態は形成されていない可能性が示された。SiC 被覆管に対する周方向機械特性試験の手法を確立するため、引き続き試料寸法や試験・評価手法について検討し、技術課題を解決していく必要がある。

本研究発表は、経済産業省資源エネルギー庁の平成 29 年度原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業（安全性向上に資する新型燃料の既存軽水炉への導入に向けた技術基盤整備）の成果である。

参考文献

[1] H. Abe, et al., Journal of Nuclear Science and Technology, vol.52, no.10, 2015, pp.1232-1239.

* Kenichiro Furumoto¹, Daiki Sato¹, Seiichi Watanabe¹, Shinichiro Yamashita² and Tokio Fukahori²

¹ Mitsubishi Nuclear Fuel, ² Japan Atomic Energy Agency

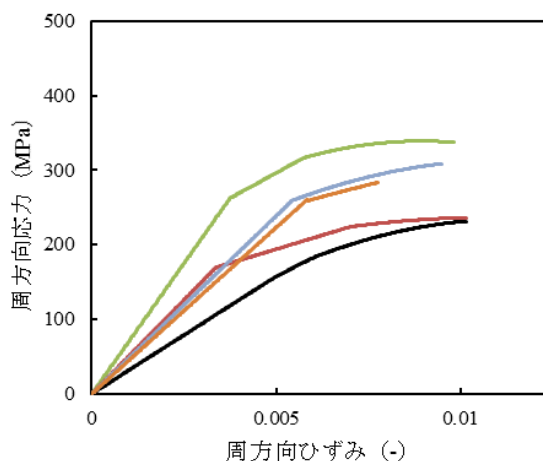


図 1 A-EDC 試験により取得した SiC 複合材の周方向の応力-ひずみ特性 (5 試験分)