

シビアアクシデント時の燃料破損・熔融過程解析手法の高度化（1） （その6）BWR制御棒材とジルコニウムに対する酸素等の影響評価

Advanced Multi-Scale Modeling and Experimental Tests on Fuel Degradation in Severe Accident
Conditions (1)

(No.6) Effect of Oxygen and other element on BWR control blade and zirconium

*大石 佑治¹, 近藤俊樹¹, 牟田 浩明¹, 黒崎 健^{1,2,3}

¹大阪大学, ²福井大学, ³JST さきがけ

BWR 制御棒材とジルコニウムに関する熱力学データベースの高性能化のため、Zr-Fe 系をベースに熱力学データを拡充している。本発表では、文献データと実験結果を元に酸素と水素の影響を評価できるように熱力学データを拡充した結果について報告する。

キーワード : Zr-Fe-O-H, 熱力学平衡計算

1. 緒言

BWR 制御棒材とジルカロイの高温での挙動を熱力学平衡計算によって予測するためには、計算対象となる系の熱力学データが必要となる。計算対象となる系として、それぞれの主成分である Fe と Zr、及び水の構成元素である H と O からなる Zr-Fe-O-H の 4 元系を考えた。Zr-Fe の 2 元系については、熱力学データは既に報告されているものの、Zr-Fe 系の金属間化合物の一つである Zr_2Fe が 800 °C 以下で安定なのか、 Zr_3Fe と $ZrFe_2$ へ分解するのかが文献によって異なっているという問題点がある。そこで、実験的に Zr_2Fe の 800 °C 以下における安定性を評価した上でその結果を用いて Zr-Fe の 2 元系熱力学データを更新し、さらに文献を元に熱力学データを拡充して Zr-Fe-O-H 熱力学データベースを構築することを目的とした。

2. 実験方法

アーク溶解によって $Zr_{0.5}Fe_{0.5}$ の組成のインゴットを作製し、液体急冷法によって急冷した。得られたリボン状試料を放電プラズマ焼結法によって焼結温度 850 °C、圧力 350 MPa の条件で焼結し、石英管中に真空封入した上で 600-800 °C の温度で 400 時間熱処理した。試料の相状態は、X 線回折(XRD)測定により評価した。

3. 結果と考察

図 1 に、熱処理前及び 600-800 °C で熱処理した後の試料の XRD パターンを示す。熱処理前には Zr_2Fe と $ZrFe_2$ が存在して Zr_3Fe は存在していないが、熱処理後には Zr_3Fe が生成していることが分かる。このことから、 Zr_2Fe は 800 °C 以下で Zr_3Fe と $ZrFe_2$ へ分解すると考えられる。この結果を元に Thermo-Calc を用いて Zr-Fe 熱力学データを更新し、さらに文献データを元に Zr-Fe-O-H 熱力学データベースを構築した。

—謝辞—

本研究の成果は、平成 27 年度発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業(シビアアクシデント時の燃料破損・熔融過程解析手法の高度化)、及び平成 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(シビアアクシデント時の燃料破損・熔融過程解析手法の高度化)の一部である。

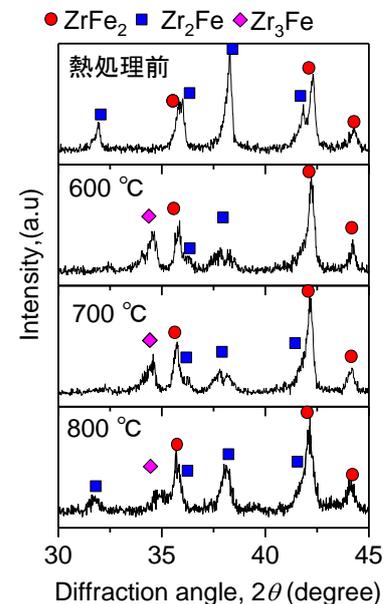


図 1 熱処理前及び熱処理後の試料の XRD パターン

*Yuji Ohishi¹, Toshiki Kondo¹, Hiroaki Muta¹, Ken Kurosaki^{1,2,3}

¹Osaka Univ., ²Univ. of Fukui, ³JST PRESTO.