

シビアアクシデント時の燃料破損・溶融過程解析手法の高度化（2） （その4） UO_2 -Zr 高温反応試験

Advanced Multi-Scale Modeling and Experimental Tests on Fuel Degradation
in Severe Accident Conditions (2)

(No.4) High Temperature Interaction between UO_2 and Zr

*白数 訓子¹, 鈴木 晶大², 永江 勇二¹, 倉田 正輝¹

¹JAEA, ²NFD

ジルカロイ被覆管と UO_2 燃料の高温における溶融過程解析モデルの高度化に資するため、Zr と UO_2 の高温反応試験を実施した。 UO_2 りつばに、Zr 試料を装荷し 1900°C 近傍で加熱を行い、生成した反応相の成長状況や溶融状態、組織変化の観察を行い、溶融メカニズムをより明確なものとした。

キーワード：シビアアクシデント, 燃料溶融, 表面観察, 熱力学解析

1. 緒言

ジルカロイ被覆管と UO_2 燃料の高温における溶融反応は、 -Zr(O) と UO_2 の擬二元系状態図[1]にて理解されていることが多く見られるが、実際は、 -Zr(O) と UO_2 間にはそのような共晶点は存在しない。Zr と UO_2 の溶融挙動やメカニズムを明らかにし、ジルカロイ被覆管と UO_2 燃料の溶融過程解析モデルの高度化に資するため、 UO_2 と Zr の高温試験を実施した。

2. 試験

約 10mm × 10mmh の UO_2 りつばに、約 5mm × 5mmh の Zr 試料を装荷し、それを蓋付きのタングステン りつばにいれ、Ar ガス雰囲気中、高周波誘導加熱炉により加熱を行った。加熱試験後、試料は樹脂埋めし切断、研磨を行い、金相及び SEM 写真の観察と、EDS 分析を行った。

3. 結果・考察

1900°C にて 20 分間加熱を行った試料の写真を図 1 に示す。加熱により、Zr 試料は丸く変形していた。また、試料の頂点には U を多く含んだ相が形成されており、その様相から高温では U-Zr の金属溶体相であったと考えられる。また、試料の中間領域には、上方へ直線状に伸びる相が観測された(図 2)。この相も、U-Zr の金属溶体相と考えられ、Zr 試料中、酸素濃度が少ない方へ選択的に成長したと考えられる。本試験温度では -Zr(O) の融点には到達していないが、この上方に伸びる液相の存在により、大きな変形が発生したと考えることができる。なお、酸素含有量が高い Zr 試料を用いた場合には、これらの U-Zr 金属性液相の生成が遅くなることが明らかになった。

*本研究の成果は、経済産業省資源エネルギー庁「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・溶融過程解析手法の高度化)」の一部である。

参考文献

[1] A. Skokan, KfK-3880/2B p1035 (1984)

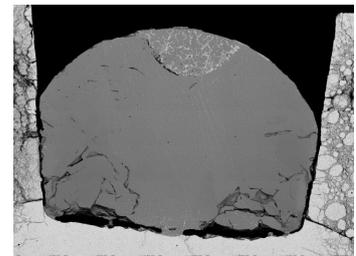


図 1 1900°C × 20 分加熱試料の断面 SEM 像

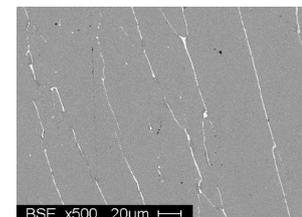


図 2 1900°C × 20 分加熱試料 Zr 中部の SEM 像

*Noriko Shirasu¹, Akihiro Suzuki², Yuji Nagae¹ and Masaki Kurata¹

¹JAEA, ²NFD.