

ジルコニウム合金の重イオン照射による第二相粒子の相安定性と水素吸収特性

Phase Stability of Second Phase Particle and Hydrogen Absorption in Zirconium Alloys under Ion Irradiation

*権藤 武揚¹, 税田 淑貴¹, 高橋 克仁¹, 渡邊 英雄²

¹九州大学 総理工学府, ²九州大学 応用力学研究所

軽水炉の燃料被覆管に使用されるジルコニウム合金(酸化膜)に, Ni³⁺イオンを用いた重イオン照射並びに D⁺イオンを用いた軽イオン照射を行い, 照射損傷による析出物の相安定性と水素吸収特性について検討した。

キーワード: ジルカロイ, イオン照射, 第二相粒子

1. 緒言

燃料被覆管材料であるジルコニウム合金は, 水環境下で酸化被膜の形成や照射損傷による第二相粒子の組成変化, 水素化物が生じる. 本研究では, これらの現象をより深く理解するために, 酸化被膜なし試料と酸化被膜あり試料に対し, 実炉照射環境を模した重イオン照射, 軽イオン照射を行い, 照射環境下での第二相粒子の相安定性を TEM 観察と EDS 元素分析により, 水素吸収特性を TDS により検討した。

2. 実験方法

供試材はジルカロイ 2, ジルカロイ 4 を用いた. TEM 用, TDS 用試料はともに試料表面が c 面となるように圧延, 切断し, 加工後に化学研磨および 630°C で 2 時間の真空焼鈍を行った. また, 一部の試料は高温高压水に 500 時間浸漬して酸化被膜を形成させた. TEM 用試料には Ni³⁺イオン照射(400°C, 50 dpa)を行い, TEM 観察と EDS 元素分析により第二相粒子の相安定性を検討した. TDS 用試料には Ni³⁺イオン照射(R.T.および 400°C, 3 dpa)を行い, D⁺イオン照射(30 keV, R.T., 3.0×10²¹/m²)で行い, TDS 測定を実施した。

3. 結果と考察

図 1 に軽イオン照射(D⁺イオン, 3×10²¹/m², R.T.)を行ったジルカロイ 2(Ni³⁺イオン未照射)の TDS 分析結果を示す. 実験結果から, 400°C 付近では試料表面近傍の弱いトラップからの脱離が確認され, 600°C 以降では形成された水素化物の分解ともなう大きな脱離が確認された. 図 2 に Ni³⁺イオン照射(400°C, 30 dpa および 50 dpa)したジルコニウム合金の Zr(Fe,Cr)₂ 第二相粒子中の Fe 比を EDS 元素分析によって求めた結果を示す. この結果から, 両合金において照射量が上昇するにつれて第二相粒子から母相へと Fe が溶出し, 第二相粒子中の Fe の組成割合が減少していることが確認された. また, ジルカロイ 2 と比較してジルカロイ 4 は相安定性が高い傾向にあることが確認された。

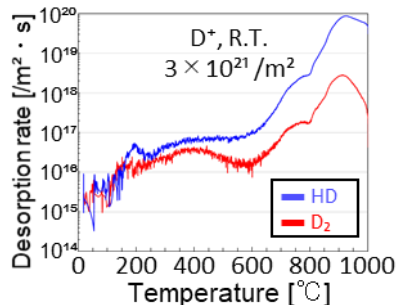


図 1 ジルカロイ 2 の TDS 分析結果

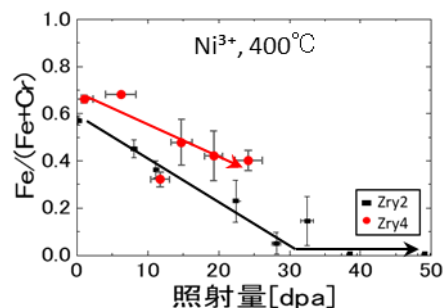


図 2 Zr(Fe,Cr)₂ 第二相粒子中の Fe 比の照射量依存性

*Takeaki Gondo¹, Yoshiki Saita¹, Katsuhito Takahashi¹ and Hideo Watanabe²

¹Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu Univ.

²Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu Univ.