

高効率 TRU 燃焼を可能とする革新的水冷却炉 RBWR の研究開発

(2)Zr合金のイオン照射試験

Research and Development of RBWR for High Efficiency Transuranium Elements Burner

(2)Effects of ion irradiation on Zr alloys

*渡邊英雄¹, 高橋克仁², 丸野祐策³

¹九州大学, ²NFD, ³日立製作所

照射環境下におけるジルカロイ 2 合金の Fe 元素の影響を追求する目的で重イオン照射を実施し、高照射領域における Fe 析出物の相安定性と C 型転位ループの形成挙動に関する知見を得た。

キーワード: 水素化物, 析出物再固溶, C型転位ループ, イオン照射, 収差補正電子顕微鏡

1. 緒言

RBWRでは、中性子照射量はBWRよりも局所的に増えるものの、炉内の滞在時間はBWRと同等である。従って、照射環境での水素吸収および水素脆化を評価するために、照射量と炉内滞在時間の影響を分離して評価することが必要である。また、高照射領域では、照射により形成される空孔型のC型転位ループが水素化物の形成と密接な関係があることが報告されている。本研究では、イオン照射試験によりC型転位ループの形成挙動に対する添加元素の影響を明らかにし、RBWR適用への指針を得る。

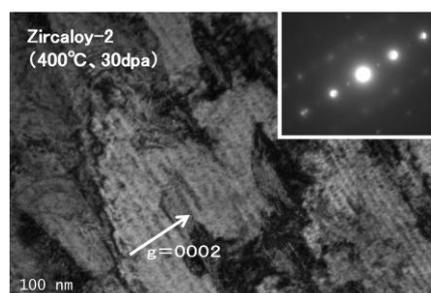
2. 実験方法

本研究では、下表に示すジルカロイ 2 及びそのモデル合金として 2 種類の Sn 及び Fe を添加した合金を作成した。これらの試料に対して、九州大学応用力学研究所タンダム加速器にて、400°C、50dpa までの Ni イオンを照射し、FIB を用いて断面試料を作成した。照射後組織の STEM-EDS 観察及び分析には、収差補正機能を有する ARM200FC を用いた。

3. 実験結果

下の写真にジルカロイ 2 に対して、400°C(30dpa) 照射材に形成された C 型転位ループを示す。Fe 元素を 0.25% 含む Zr-1.5Sn-0.25Fe 合金においても同様の C 型ループが同一の条件にて観察された。一方、Zr-1.5Sn 合金では、同一条件では確認されず、ループの形成には Fe 元素が大きな役割を果たしていることが示唆された。EDS による組成分析の結果、これらのループ上に Fe, Ni 元素の濃化が確認された。ジルカロイ 2 には、Zr, Fe, Ni の割合がほぼ 4:1:1 の $Zr_2(Fe, Ni)$ と Cr を含み、Zr, Fe, Cr の割合がほぼ 1:1:1 の $Zr(Fe, Cr)_2$ が存在するが、 $Zr(Fe, Cr)_2$ は照射環境下で容易に再固溶し、これにより生じた Fe 元素がループの形成を促進しているものと考えられる。

供試材		Sn	Fe	Cr	Ni
ジルカロイ2	目標値	1.2~1.7	0.07~0.20	0.05~0.15	0.03~0.08
	分析値	1.38	0.15	0.09	0.05
Zr-1.5Sn	目標値	1.2~1.7	-	-	-
	分析値	1.41	0.01	<0.01	<0.01
Zr-1.5Sn-0.25Fe	目標値	1.2~1.7	0.20~0.3	-	-
	分析値	1.40	0.24	<0.01	<0.01



*Hideo Watanabe¹, Katsuhito Takahashi² and Yusku Maruno³

¹Kyushu Univ., ²NFD, ³Hitachi Co..