

イオン照射した Zr 合金の酸化膜形成挙動

Oxide Film Formation Behavior of Ion-Irradiated Zirconium Alloy

*高橋 克仁¹, 王 昀¹, 青野 泰久¹, 牟田口 嵩史², 島袋 瞬², 渡邊 英雄²

¹日立製作所, ²九州大学

BWR に用いられるジルコニウム合金の通常運転時の腐食・水素吸収に及ぼす照射損傷の影響を検討するため、ジルカロイ 2 に Ni^{3+} イオンを照射してはじき出し損傷を付与した後、BWR 水質を模擬した高温高压水に浸漬し、照射損傷が合金成分の挙動や酸化膜形成に及ぼす影響を評価した。

キーワード：ジルカロイ、腐食、水素吸収、照射損傷

1. 緒言

ジルコニウム合金では腐食反応により酸化膜が形成されると共に水素が生成され、その一部がジルコニウム合金に吸収される。ジルカロイ 2 の腐食および水素吸収には、合金成分である Fe, Cr および Ni が影響を及ぼす。これらの合金成分は析出相を形成しているが、中性子照射下では、はじき出し損傷により分解してマトリックスに固溶する。そこで、はじき出し損傷が腐食および水素吸収に及ぼす影響について、酸化膜形成および合金成分の挙動に着目して検討した。

2. 試験方法

ジルカロイ 2 にタンデトロロン加速器を使用して 400 °C にて 3.2 MeV Ni^{3+} イオンを最大で 60 dpa（中性子照射量：約 $2.9 \times 10^{26} \text{ n/m}^2$ のはじき出し損傷に相当）まで照射した。なお、サンプルの一部をイオンビームから遮蔽して未照射領域とした。続いて、288 °C の高温高压水に 500 h 浸漬して腐食した。腐食後の表面近傍断面を SEM および STEM により観察し、酸化膜厚さおよび合金成分の分布を評価した。

3. 結果と考察

Fig.1 に 60 dpa までイオン照射したサンプルの表面近傍断面を示す。イオン照射領域の酸化膜厚さは未照射領域に比べて約 2 倍に増加した。このことから腐食およびそれに伴う水素吸収に及ぼす照射損傷の影響が示唆された。なお、15 dpa までイオン照射したサンプルでは酸化膜厚さの増加はみられなかった。また、60 dpa までイオン照射したサンプルでは酸化膜に膨れが観察された。膨れは結晶粒界の直上に多い傾向がみられた。

Fig.2 に 60 dpa までイオン照射したサンプルについて、酸化膜直下の結晶粒界近傍での元素濃度を測定した結果を示す。結晶粒界近傍では合金成分である Fe, Ni および Cr の偏析が確認された。一方、未照射サンプルでは偏析は確認されなかったことから、酸化膜厚さ増加の要因として結晶粒界等での合金成分の偏析が考えられる。今後は合金成分の偏析と照射量との関係を明確にしていく。

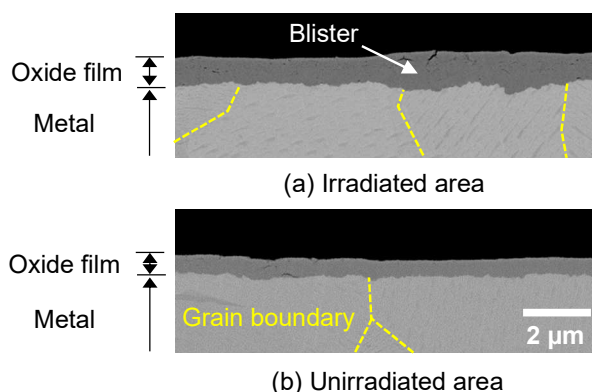


Fig.1 表面近傍断面 (60 dpa)

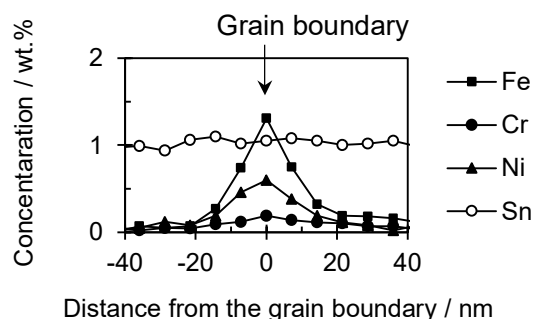


Fig.2 結晶粒界近傍の元素濃度測定結果 (60 dpa)

*Katsuhito Takahashi¹, Wang Yun¹, Yasuhisa Aono¹, Takashi Mutaguchi², Shun Shimabukuro² and Hideo Watanabe²

¹Hitachi, Ltd., ²Kyushu Univ.