

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 (5) EBSD法によるZr合金における水素化物の形成に関する結晶学的考察

Research and Development of RBWR for High Efficiency Transuranium Elements Burner

(5) Crystallographic Analysis of Hydride Formation in Zirconium Alloy by Electron Backscatter Diffraction

*王昀¹, 高橋克仁¹, 渡邊英雄²

¹日立製作所, ²九州大学

高効率TRU燃焼水冷却炉：RBWR（Resource-renewable Boiling Water Reactor：資源再利用型沸騰水型軽水炉）では燃料被覆管にZr合金が適用されるが、高燃焼度下での水素吸収による脆化が課題となる。水素化物の形成挙動を検討するため、EBSD法を用いて非照射環境でジルカロイ2に形成させた水素化物の結晶学的考察を行った。本結果から、高照射下での転位ループは水素化物の形成を促進する可能性が示唆された。

キーワード： Zr合金, 高燃焼度, 水素化物, EBSD, 転位ループ

1. 緒言 高燃焼度下でのZr合金における水素化物は、水素が軽元素であるため、成分分析による特定が難しい。本研究は、ジルカロイ2を対象に、LiOH水溶液に浸漬した試験片の水素脆性を評価した。さらに、EBSD（Electron Backscatter Diffraction）分析により水素化物の結晶学的特徴を考察した。

2. 実験

2-1. 供試材 供試材としてジルカロイ2の板材を用意した。組成は質量%で1.38%Sn-0.15%Fe-0.09%Cr-0.05%Niであり、板厚は3.0mmである。

2-2. LiOH水溶液浸漬試験 飽和蒸気圧で、288℃の温度で1molのLiOH水溶液に15日と30日間浸漬した。水質環境は非脱気とした。浸漬試験後、不活性ガス融解赤外線吸収法により水素含有量を測定した。

2-3. 水素脆化評価 浸漬試験後の板材からVノッチ試験片を採取し、JIS Z2242に従って衝撃試験を行った。

2-4. EBSD分析 衝撃試験で破断した試験片の破面をSEMで観察した。さらに、図1に示すように、断面をイオンミリングで仕上げ、EBSDを用いて格子構造分析により水素化物の形態と結晶方位を特定した。

3. 結果・考察 相分布図を図2に示す。六方最密充填(hcp)構造の母相 α -Zrの中で面心立方(fcc)構造を有する水素化物 δ -ZrH_{1.5}相が検出された。図3に示した極点図(PF)において分析した結果、 α -Zr (hcp)相の(0001)面と δ -ZrH_{1.5}相(fcc)の(111)面が平行することが判明した。前報[1]にて高照射量下で α -Zr (hcp)相の(0001)面でc成分転位ループの形成が確認されたことと、今回のEBSD分析結果から、高照射下では、照射損傷により水素化物の形成が促進される可能性が示唆された。

謝辞： 本成果は文部科学省の委託事業「原子力システム研究開発事業」により得られたものである。

参考文献： [1]渡邊ら, 2017年原子力学会春の年会, 3J14 (2017)

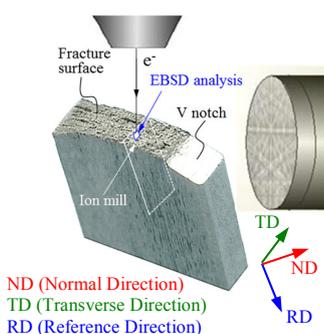


図1 EBSD分析位置

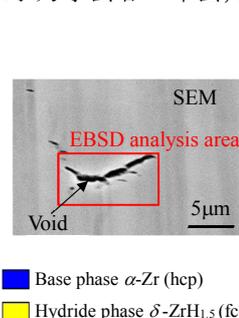


図2 相分布図による水素化物の特定

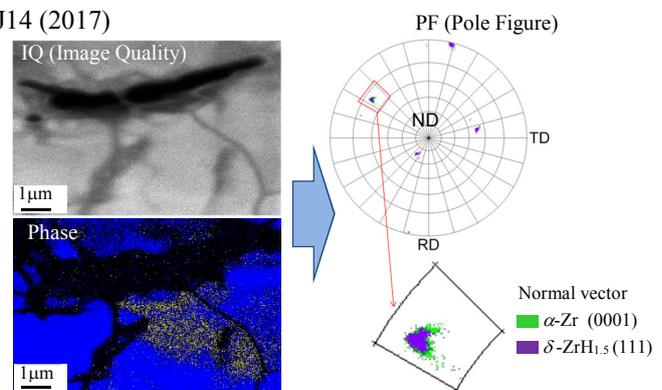


図3 極点図分析

*Yun Wang¹, Katsuhito Takahashi¹ and Hideo Watanabe²

¹Hitachi Ltd. and ²Kyushu University