

六方晶金属の腐食に伴う水素化挙動に関する研究

Hydrogenation Behavior of Zircaloy and Hafnium during Corrosion

*土田 雄大¹, Do Thi Mai Dung¹, 村上 健太¹, 鈴木 雅秀¹, 岩瀬 彰宏²

¹長岡技術科学大学, ²大阪府立大学

カソードチャージ法及び加速器を用いたイオン注入によって Hf に水素を導入し、Hf 中の水素挙動を Zr 合金の水素化と比較し明確にすることを目的とする。異なる方法で水素導入した結果、Hf、Zr 合金ともに腐食環境下で水素化物を形成しやすいが、Hf は Zr 合金に比べ水素化しにくいことが示された。

キーワード：ハフニウム、ジルコニウム合金、水素化、微細組織

1. 緒言

Hf は Zr と同様の稠密六方構造を持つ金属であり、BWR の制御棒材料に用いられている。国内 BWR の HF 制御棒のシース部にて IASCC と推定されるひび割れが確認されたことから、Hf の炉内環境での照射成長に関する研究は多く実施されてきた。一方、Hf は燃料集合体中使用される Zr 合金と同様、供用期間中の酸化反応に伴って水素化物が形成すると考えられるが、高温水中における Hf 水素化物の形成過程の詳細は十分に調べられていない。従って、水素導入方法や集合組織の影響に着目し、Hf 水素挙動を Zr 合金と比較して明らかにすることを本研究の目的とする。

2. 試験条件

水素導入する試料は、熱間圧延後に歪取り焼鈍をした高純度 Hf、及び Zry-4 を用いた。この試料から試験に適した断面を切り出した後に表面を平滑化し、水素導入前の集合組織を走査電子顕微鏡による後方電子散乱パターン(EBSD)によって確認した。水素の導入は、NaCl 水溶液中でのカソード水素チャージ法と、加速器を用いたイオン注入によって実施した。水素吸収による変化は、エックス線回折(XRD)、EBSD、透過型電子顕微鏡(TEM)観察によって分析した。

3. 試験結果

XRD 分析の結果、カソードチャージ法で水素雰囲気下に 48 時間ばく露させると、Hf では δ 水素化物のピーク、Zry-4 では ϵ 水素化物のピークが確認された。Zr の水素化に関する研究より、水素化物は δ 相から ϵ 相に相変態した後に、底面上に成長することが知られている。このことから、腐食環境下では Hf は Zr 合金に比べ水素化しにくいことが示された。一方イオン注入法の場合、両者に明確な差異は確認できなかった。次に、水素導入面から断面を取り、EBSD 測定をして水素化物と集合組織の関係を確認した。その結果、Hf、Zry-4 ともに底面に近い面を晶癖面として水素化物が析出していることが示唆された。発表では、TEM を用いた水素化物の観察結果についても報告する。

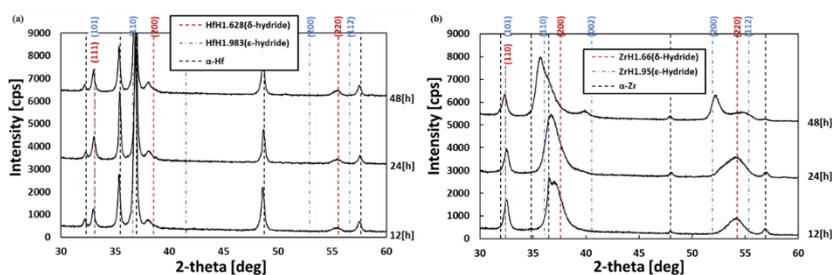


Fig.1 カソードチャージ後 XRD 結果

(a)Hf (b)Zry-4

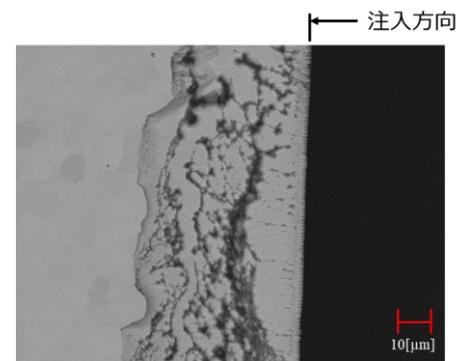


Fig.2 カソードチャージ後 断面観察結果

参考文献

- [1]日本原子力研究開発機構「商用再処理施設における機器の水素ぜい化割れに係るメカニズムに関する試験研究」(2013)
 [2]沼倉宏「チタン、ジルコニウム、ハフニウム中の水素の挙動と水素化物形成」日本金属学会会報第 31 巻第 6 号 (1992)

*Kazuhiro Tsuchida¹, Thi Mai Dung Do¹, Kenta Murakami¹, Masahide Suzuki¹, Akihiro Iwase²

¹Nagaoka University of Technology, ²Osaka Prefecture University