

ハフニウムの微細組織及び機械的特性に及ぼす水素吸収と照射の効果

Effect of Hydrogen Absorption and Irradiation on Microstructure and Mechanical Properties of Hafnium

*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

カソードチャージ及び加速器を用いたイオン注入によってハフニウムに水素を導入し、ハフニウム中の水素挙動に対する集合組織や照射の影響について研究を行っている。いずれの水素導入方法においても、ハフニウム中に δ 水素化物(HfH1.628)が観察された。カソードチャージにより水素導入した試料では、チャージ時間と共に表面硬さが増加する傾向が見られた。

キーワード: ハフニウム, 制御棒, 水素化物, 水素注入, 加速器

1. 緒言

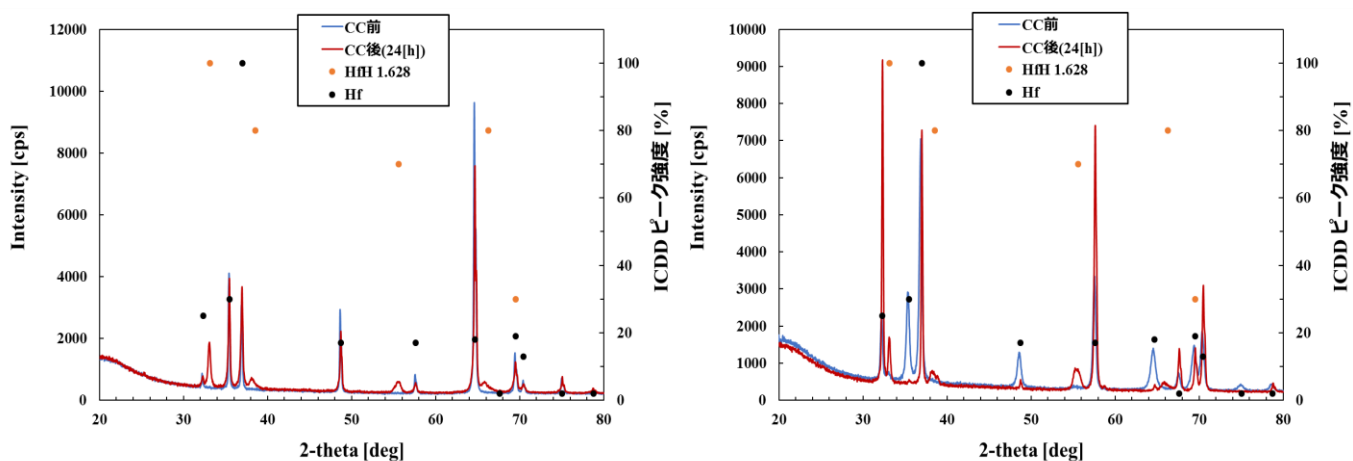
ハフニウムはジルコニウムと同様の稠密六方構造を持つ金属であり、BWR の制御棒材料に用いられている。平成 18 年、国内 BWR のハフニウム制御棒のシース部にて IASCC と推定されるひび割れが確認されたことから、ハフニウムの照射成長に対する集合組織の影響については既に研究が進められている。一方、ハフニウム中ではジルコニウム合金と同様、供用期間中の酸化反応に伴って水素化物が形成すると考えられるが、水素化に対する照射欠陥や集合組織の影響は十分調べられていない。そこで、集合組織や照射の影響に着目して、ハフニウム中の水素挙動を明らかにすることを本研究の目的とする。

2. 試験条件

試料は、主な不純物としてジルコニウムを 0.8wt% 含む高純度ハフニウムであり、熱間圧延後に歪取り焼鈍を行った材料である。この試料から、圧延面に加えて圧延方向に対して垂直及び平行な断面を切り出して、三面の表面を平滑化し、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、硬さ試験、エックス線回折、EBSD によって分析した。

3. 試験結果

XRD 分析を行った結果、水素化物のピーク(HfH1.628= δ 水素化物)が確認された。カソードチャージとイオン注入のいずれの方法においても、 δ 水素化物に対応する回折ピークが見られた。しかし、カソードチャージ時間やイオン注入量に対するピークの有意な変化は見られなかった。一方、カソードチャージにより水素を導入した材料に対し硬さ試験を実施した結果、チャージ時間の増加と共に硬さも増加することが明らかになった。これは、水素化物はハフニウム母相より硬いことから、水素化物の数密度あるいは体積率がチャージ時間と共に増加したことを示唆する結果である。発表では、EBSD を用いて、水素化物の発達に対する集合組織の影響を分析した結果も報告する。



(a)圧延面 24 時間カソードチャージ

(b)横断面 24 時間カソードチャージ

Fig. XRD 測定結果

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)

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

¹Nagaoka University of Technology, ²Osaka Prefecture University