

## ハフニウム(Hf)の材料特性に及ぼす水素の効果

### "Study on the Effect of Hydrogen on the Material Property of Hafnium"

\*川原 安晴<sup>1</sup>、Do Thi-Mai-Dung<sup>1</sup>、鈴木 雅秀<sup>1</sup>、岩瀬 彰宏<sup>2</sup>、木村 龍太郎<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>長岡技術科学大学 原子力システム安全工学専攻、<sup>2</sup>大阪府立大学、<sup>3</sup>現日本原燃

ハフニウム(Hf)の水素吸収挙動およびその材料特性に及ぼす効果は十分に解明されていない。本研究では、Hfにカソードチャージ法あるいは加速器で水素を導入し、その材料特性の検討を行い、Hfに及ぼす水素の効果を評価した。

**キーワード:** ハフニウム、制御棒、水素化物、カソードチャージ、加速器、イオン注入

#### 1. 諸言

ハフニウム(Hf)は熱中性子の吸収断面積が大きく高寿命であるため、原子炉の制御棒の中性子吸収材として有望である。一方で、過去にHf型制御棒のステンレス部で照射誘起性応力腐食割れ(IASCC)が確認され、ひび割れの要因として、Hfの材料特性の正確な把握も重要であるが、水素がHfの材料特性に及ぼす影響等についてはデータは十分ではない。ここでは、Hfに及ぼす水素吸収の効果を検討することを目的とする。

#### 2. 実験方法

Hfへ水素導入には2種類の方法、カソードチャージ法および加速器を用いたイオンプラントーション法を用いた。カソードチャージはNaCl電解液中で行い、また加速器は加速電圧50KeVのイオン注入装置を用い600ppm~40000ppmの水素イオンを導入した。これらの材料について組織の観察、水素等の分析、機械的性質の評価を行った。

#### 3. 実験結果

水素を導入することで材料は硬さ試験により硬化することが確認できる。XRDにより分析することで図1のようにHfの水素化物が生成していることがわかるが、これはいずれの水素導入法によってもHfHのピークとして観察できる。静電加速器による弾性反跳粒子検出法(ERDA)による分析で水素も確認しているが、水素導入量に対して殆ど測定される水素量はほぼ同等なため、水素化物の生成が律速となっているものと考えられる。微小引張試験片による機械的性質の評価では、図2のように、カソードチャージ時間に従って、引張強さ、0.2%耐力ともに低下することがわかる。

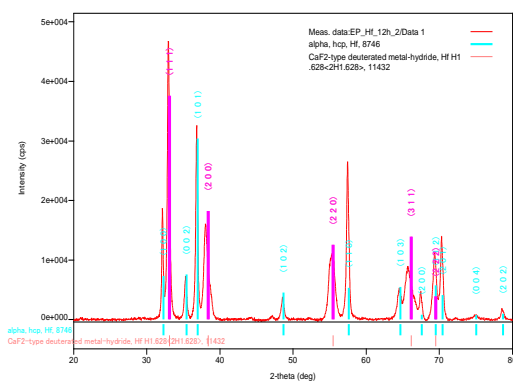


図1 カソードチャージ材に対するXRD測定結果

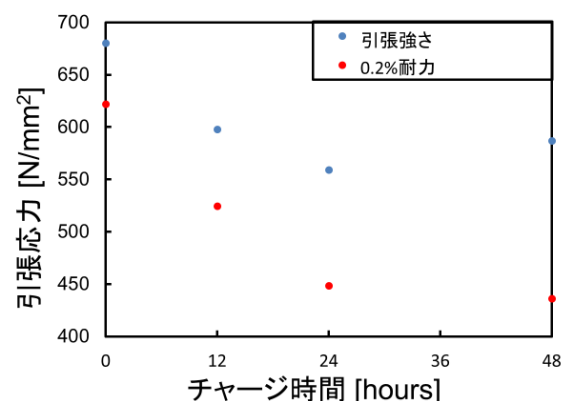


図2 カソードチャージ後の引張特性の変化

\*Yasuharu Kawahara<sup>1</sup>, Do-Thi-Mai Dung<sup>1</sup>, Masahide Suzuki<sup>1</sup>, Aakahiro Iwase<sup>2</sup> and Ryutaro Kimura<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Nagaoka University of Technology Nuclear System Safety Engineering, <sup>2</sup>Osaka Prefecture University, <sup>3</sup>Currently, Japan Nuclear Fuel Limited