

水素同位体イオン・ヘリウム同時照射された 低放射化フェライト鋼(F82H)の表面形態の変化

Surface morphology changes in reduced activation ferritic martensitic steel (F82H) after simultaneous hydrogen isotope and helium irradiation

大宅諒¹⁾, 薬師寺高輝¹⁾, 伊庭野健造¹⁾, 上田良夫¹⁾, 時谷政行²⁾, 相良明男²⁾, Lee Heun Tae¹⁾
OYA Makoto¹⁾, YAKUSHIJI Koki¹⁾, IBANO Kenzo¹⁾, UEDA Yoshio¹⁾,
TOKITANI Masayuki²⁾, SAGARA Akio²⁾, LEE Heun Tae¹⁾

1)大阪大学大学院工学研究科, 2)核融合科学研究所

1) Graduate School of Engineering, Osaka Univ., 2) National Institute for Fusion Science

1. Introduction

核融合炉壁の構造材料として低放射化フェライト鋼は有力な候補材である。建設及び運転費用削減のため、低放射化フェライト鋼はアーマー材の無い状態でプラズマ対向面に使用されることが検討されている。これにより、低放射化フェライト鋼は、水素同位体及びヘリウムイオンの照射に曝されることになり、その時の損耗挙動について理解する必要がある。

先行研究[1]では、Eurofer97鋼及びF82H鋼に重水素(D)イオンを照射すると、表面に高さ~100 nm程度の細かな凹凸が形成されることが分かった。また、最表面には高Z不純物(W)が偏析することが報告されている[2]。この研究での試料温度は300 Kおよび700 Kであるが、低放射化フェライト鋼は~700 Kで材料特性が変化する(機械的強度の急激な低下等)ことが知られている[3]。そのため、700 K以上の温度領域で表面形態変化や損耗挙動を詳細に調べる必要がある。

本研究では、低放射化フェライト鋼としてF82H鋼を用意し、軽水素(H)イオンを試料温度800K付近で照射した(H-only)後、表面形態の観察を行った。また、軽水素・ヘリウムイオン(H+He)同時照射により、ヘリウムイオンの影響も調べた。

2. Experimental

低放射化フェライト鋼としてF82H鋼を使用した。Hイオンの照射は、大阪大学の定常高粒子束イオンビーム照射装置(HiFIT)で行われ、低エネルギー(1 keV)、高粒子束($\sim 1 \times 10^{20} \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$)のイオンビームを試料に照射した。フルエンスは $1 \times 10^{24} \text{ m}^{-2}$ で、照射温度は700 K, 865 Kで行った。H+He同時照射の際、Heイオンは0.5%の割合でHイオンビームに混合させた。

照射後のF82H試料は、SEMにより表面観察を行った。また、FIBで微細加工した後、SEMで断面観察も行った。

3. Results

図1に、H-only照射およびH+He同時照射後のF82H試料の断面観察の結果を示す。H-only照射されたF82H試料の表面には、1 μm 以下の細かな凹凸が観察され、その凹凸は照射時の試料温度が高い程、深く大きくなることが分かった。照射温度865 Kでは~500 nmの深さになる。また、H+He同時照射されたF82H試料の表面にも、H-only照射と同様の1 μm 以下の細かな凹凸が観察され、試料温度に依存して深く大きくなることが分かった。照射温度865 Kでは最大で~300 nmの深さになることが分かった。

発表では、ラザフォード後方散乱分光法(RBS)を用いて、試料表面の高Z不純添加元素の密度を測定した結果も併せて発表し、照射時の試料温度とHeイオンの有無がF82H鋼の表面形態変化や損耗挙動に与える影響を議論する。

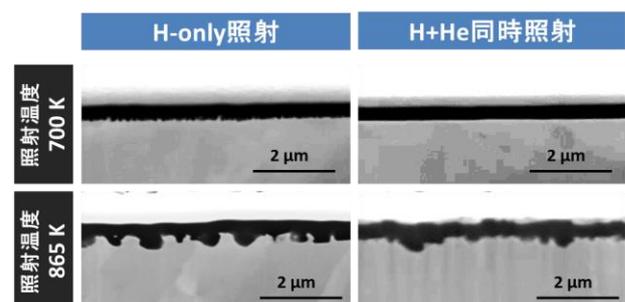


図1 H-onlyおよびH+He同時照射後のF82H鋼試料表面近傍の断面観察結果

参考文献

- [1] M. Balden et al., 21st PSI, Kanazawa, Japan, 25th-30th May 2014
- [2] K. Sugiyama et al., J. Nucl. Mater. 463 (2015) 272-275
- [3] K. Shiba et al., J. Plasma and Fusion Research 87 (2011) 187-194