

高機能ハイエントロピー合金の耐照射特性評価

Evaluation of Irradiation Resistance in High-performance High Entropy Alloy

山下 真一郎¹⁾ 井岡 郁夫¹⁾ 橋本 直幸²⁾ 岡 弘²⁾

Shinichiro YAMASHITA Ikuo IOKA Naoyuki YASHIMOTO Hiroshi OKA

¹⁾原子力機構 ²⁾北海道大学

（概要）

先進的高機能材料として原子力分野での応用が期待されている低放射化ハイエントロピー合金（HEA）に着目し、HEAの耐照射性に及ぼす核変換ガスの影響評価を最終の目標に据え、R5年度はそのベースデータとなる8MeV Au³⁺イオン照射データを取得した。

キーワード：低放射化ハイエントロピー合金、イオン照射、耐照射性、核変換ガス

1. 目的

ハイエントロピー合金（HEA）は、熱的安定性、硬度、高温強度、疲労強度、耐食性等の諸特性に優れ、様々な産業分野への適用が検討されている。近年では、原子力分野への利用に適した構成元素の組み合わせ最適化が図られつつ、照射試験を通じたHEA構成原子の拡散挙動や欠陥形成挙動における特異性、高温での照射損傷に対する優位性等が報告されている[1-3]。一方、原子力材料への3Dプリンティング技術の適用を目指した照射研究も幾つか報告[4]されており、3Dプリンティングを用いた原子力用低放射化HEAの実現に大きな期待が寄せられている。

HEAの照射特性については、特にはじき出し損傷に関する実験研究が比較的多く、核変換ガスの効果については機構論をはじめ十分な理解に至っていない。そこで本研究では、高機能HEAの耐照射性に及ぼす核変換ヘリウム（He）ガスの影響を評価することを目的に、金（Au）イオンとHeイオンのイオン同時照射実験を高損傷量まで行い、照射後の微細組織変化から耐照射性を評価する。

表1 照射特性評価の試験マトリックス

製法 材料種	溶解法	金属積層造形法
低放射化 HEA	○	R6 年度試作予定
SUS316L	○	○

2. 実施方法

アーク溶解法及び金属積層造形法にて作製した低放射化HEA合金の短冊状試料を準備し、イオン照射試験に供した。イオン照射は、表1に示した試験マトリックスに従い、500℃でAuイオン照射（最大照射量：～300dpa）を実施した。

イオン照射試験後の試料は、集束イオンビーム加工装置（FIB）にて透過型電子顕微鏡用試験片に加工し、TEM観察に供した。

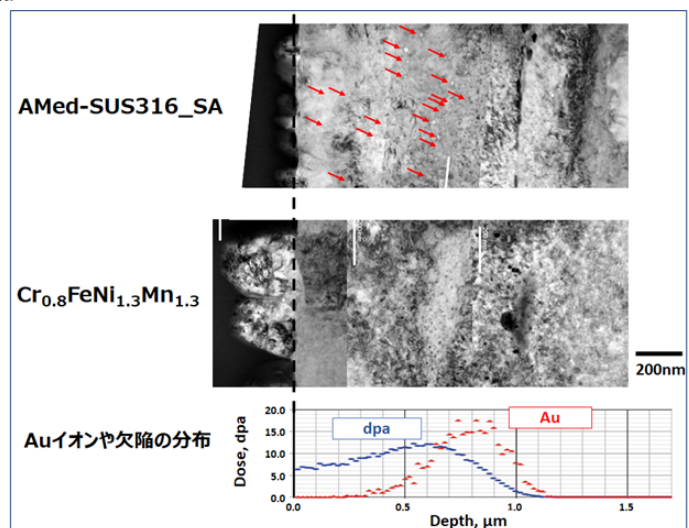
3. 結果及び考察、今後の展開等

溶解法で作製したCrFeMnNi合金の照射後断面組織では、試料表面にCrやMnを主成分とする酸化物の形成が確認された。また、同合金の試料内部には、照射誘起で形成した酸化物も確認されたが、明確なボイドの形成はみられなかった。一方、参照材のSUS316L断面組織には、照射に伴い多数のボイドの形成が確認され、積層造形体作成後に施した熱処

理の有無によってボイドの分布状況が異なる様子が示された。

図1

金属積層造形法で製作したSUS316L（上）、及び溶解法で作製した低放射化HEA（下）のAuイオン照射後（12dpa）の微細組織



4. 引用(参照)文献等

- [1] N. A. P. K. Kumar et al., Acta Mater. 113 (2016) 230-244.
- [2] C. Li et al., J. Nucl. Mater. 527 (2019) 151838.
- [3] W-Y Chen et al., J. Nucl. Mater. 539 (2020) 152324.
- [4] S. Li et al., Scripta Materialia 178 (2020) 245-250.