

HFIR で照射したタングステンの中性子照射後特性と微細組織発達

Neutron irradiation effects on material properties and microstructural

development of HFIR irradiated Tungsten

*長谷川晃¹, 吉田健太¹, 宮澤健^{1,2}

¹ 東北大学, ² 現) 原子力機構

日米科学技術協力事業 PHENIX 計画にて、米国 ORNL 研究所の HFIR 炉において熱中性子遮へいキャプセル内で 600°C~1100°C の温度範囲で最大 0.7dpa まで中性子照射したタングステン合金における照射硬化量および電気抵抗を測定し、その後透過電子顕微鏡観察によって微細組織観察を行った結果を報告する。

キーワード： 中性子照射、タングステン、照射影響、微細組織発達

1. 緒言： 日米協力事業 PHENIX 計画で、核融合炉ダイバータ用タングステン(W)として開発・試作した種々の W 合金の中性子照射挙動の調査を行うために HFIR 炉の熱中性子遮へいキャプセルで中性子照射を施した試料が、2022 年 1 月に米国より金研・大洗に到着した。これらは米国での照射後試験により引張挙動や熱伝導率変化などのデータが得られている試料であるが、損傷の微細組織については研究が行われていなかったものである。現在国内での透過電子顕微鏡などでの微細組織観察を進めており、照射組織発達と種々の照射特性との関係の検討を始めた最初の結果について報告する。

2. 実験方法： 研究に用いた試料はアライドマテリアル社製の粉末冶金法で作製した純 W (Pure-W)、W-3%Re 合金 (W-3Re) K-ドープ W (K-W) および K ドープした 3%Re-W 合金 (K-3Re-W) の、900°C20 分の応力除去処理材 (SR) 材、およびその再結晶材(R)である。これらの試料を 3mmφ、0.25mm の TEM disk として加工し、HFIR-19J の熱中性子遮蔽キャプセル内で、600°C (0.4dpa)、800°C (0.7dpa)、1100°C(0.66dpa)の照射を行った。照射後試験は、照射材の表面を機械研磨した後、室温において 4 端子法による電気抵抗率測定と、測定荷重 200gf、15 秒でビッカース硬さを測定した。微細組織観察用薄膜試料はツイングジェットによる電解研磨法で作製し、透過電子顕微鏡(JEM-ARM200F)を用いて微細組織観察を行った。

3. 結果： Fig.1 に電気抵抗率測定の結果を示す。3%Re を添加した試料と添加していない試料で傾向がはっきり分かれた。照射前の計算による予測では、核変換で生成する Re は 1%以下と推定されていたが、電気抵抗率測定でもほぼその程度の Re 量であることが裏付けられた。Fig.2 は硬さ測定の結果を示す。SR 材 1100°C 照射では照射前の硬さを下回る硬さであり、照射中に亜粒界などの粒内組織が回復したことが示唆される。一方で非照射の純 W の R 材よりも高い硬さを示していることから、照射前の組織の回復・再結晶の一方で照射欠陥集合体の形成も起こっていることも示唆された。透過電子顕微鏡による純 W の R 材の観察結果から、600°C、800°C 照射材では微細な転位ループとボイドが認められ、1100°C 照射材では少し成長したボイドのみが観察された。800°C 照射した純 W (SR) では SR 材特有の亜粒界組織などが残っており、これまでの照射後引張試験などの結果から予測された欠陥集合体からなる微細組織となっていた。詳細については講演で報告する。

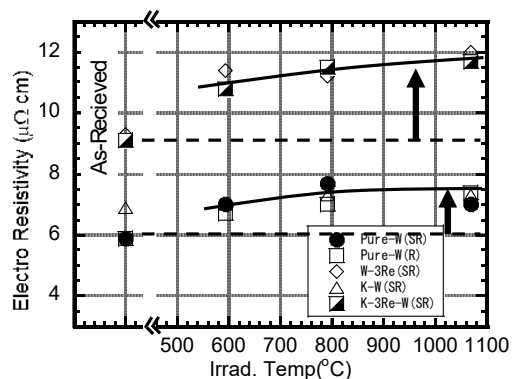


Fig. 1 電気抵抗率測定の結果

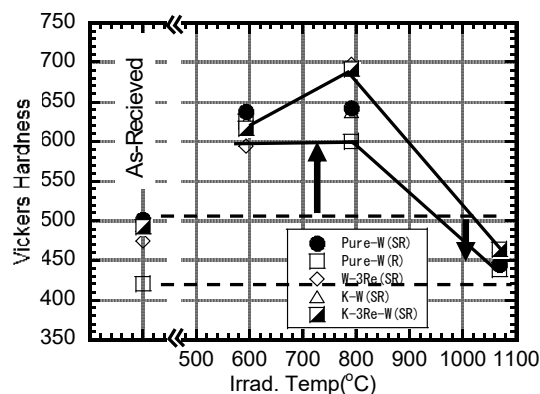


Fig.2 ビッカース硬さ測定の結果

*Akira Hasegawa¹, Kenta Yoshida¹ and Takeshi Miyazawa^{1,2}

¹Tohoku Univ., ²Japan Atomic Energy Agency.