

中性子照射したバナジウム合金の損傷組織発達に及ぼす運転履歴効果

Effect of temperature history on the microstructural evolution of neutron-irradiated vanadium alloy

*三浦 柊一郎¹, 福元 謙一¹, 藤田 江示¹, 佐藤 学², 齋藤 拓人³, 関尾 佳弘³

¹福井大, ²八戸工業大学, ³JAEA

常陽炉の MARICO-2 キャプセルで照射されたバナジウム合金について温度履歴効果がある従来型照射試料と温度制御型照射試料の TEM 観察及び硬度試験から、損傷組織発達に及ぼす温度履歴効果について検証した。

キーワード：核融合，バナジウム合金，温度変動，温度履歴

1. 緒言

温度変動照射下の材料中の損傷組織発達過程は単に温度履歴の各温度で生じる損傷過程の重畳では理解を得ることのできない複雑な現象でスエリングや材料強度への影響が知られている^[1]。本研究では中高温度域でのバナジウム合金における温度履歴効果を調べた。

2. 実験

試料には純バナジウム，二元系バナジウム合金（Fe, Cr, Si, Ti, Nb, Mo）三，四元系合金（NIFS-HEAT2:V-4Cr-4Ti, V-5Cr-5Ti-SiAlY）を用いた。常陽炉の MARICO-II 照射では、ヒータ制御一定温度照射（照射温度 477°C，中性子線量 $1.1 \times 10^{26} \text{ n/m}^2$ ($E > 0.1 \text{ MeV}$)) およびオンライン温度非制御（従来型）照射（照射温度 482°C，中性子線量 $3.0 \times 10^{26} \text{ n/m}^2$ ($E > 0.1 \text{ MeV}$)) および照射温度 410°C，中性子線量 $1.1 \times 10^{26} \text{ n/m}^2$ ($E > 0.1 \text{ MeV}$)) で液体ナトリウム環境下で中性子照射を行った。照射後東北大金研大洗センターで硬さ試験を行い，一部試料は東北大金研仙台地区 α 放射体実験室に搬送され，電解研磨後加速電圧 200kV で室温 TEM 観察を行った。

3. 結果

3-1. 微細組織観察結果

V-xFe($x=0 \sim 5$) の 2 元系合金ではボイド形成によるスエリングが観察され，従来型に比べ温度制御型キャプセルではボイド形成は低密度で粗大化の傾向が見られた。これは低温側でのボイド核形成の促進に依るボイド分布の初期状態の相違が損傷発達に影響を与えたものといえる。またスエリング速度では温度制御型キャプセルにおいて大きく現れた。原子寸法因子による二元系バナジウム V-M 合金ではアンダーサイズ溶質原子合金では V-xFe と同様の傾向が見られたが，オーバーサイズ側ではボイド形成は観られず，寸法因子効果は温度履歴に影響されないことが示された。SiAlY 添加 V-Cr-Ti 合金では析出物形成に SiAlY 等の酸化物形成挙動の影響が確認された。

3-2. 硬さ試験結果

V-xFe および V-M 二元系合金においては大小の差はあるものの総じて温度制御照射キャプセルの材料で従来型キャプセルよりも大きな照射硬化が観られ，微細組織観察結果と一致する傾向にあることが観られた。一方で温度制御型と同じ照射量にて低温側（410°C）で照射したキャプセルのものとの比較では，482°C 照射材において 410°C 照射材よりも大きな照射硬化が生じることが，各種 V-5Cr-5Ti-SiAlY 合金で観られた。この従来にない照射硬化挙動の解析を含めて当日詳細について報告する。

参考文献

[1] H.kataoka, T Yasu, H Takatsudo, S Miyakawa . JNM258-263 (1998) 677-681

*Shuichiro Miura¹, Ken-ichi Fukumoto¹, Koji Fuzita¹, Manabu Sato², Takuto Saito³ and Yoshihiro Sekio³

¹Univ. of Fukui, ²Hachinohe institute of Technology, ³JAEA