

オーステナイトステンレス鋼とフェライト鋼の照射損傷組織等に及ぼす DPA と He 生成量の効果

Effects of DPA and helium production on radiation damage microstructures etc. in irradiated austenitic stainless steels and ferritic steel

*若井栄一¹, 高屋茂¹, 永江勇二¹, 平出哲也¹, 松井義典¹, 野上修平², 長谷川晃², 青砥紀身¹
¹原子力機構, ²東北大学

オーステナイトステンレス鋼とフェライト鋼における照射損傷組織等に及ぼす DPA と He 生成量の効果を調べるため、JRR-3M 炉照射、及びサイクロトロンによる He 注入などを実施し、He と DPA が照射損傷組織などに及ぼす影響について、TEM 法や陽電子消滅寿命測定法 (PALS) により定性的な挙動変化を評価した。

キーワード： dpa, He 生成量, オーステナイトステンレス鋼, フェライト鋼, 照射損傷組織,

1. 緒言

オーステナイト鋼やフェライト鋼は様々な原子力材料として使用されている。これらの材料は照射によって微細組織や強度特性が変化し、DPA や He 生成量による影響を受けることが知られている[1]。本研究は様々な照射手法を用い DPA と He 生成量に関する照射損傷組織等の変化を明らかにすることを目的とした。

2. 実験と解析

本研究の供用材には、主に 316FR 鋼と HCM12A 鋼を用いた。JAEA の JRR-3M 照射 (316FR 鋼の場合: 約 550℃、0.2 dpa, 2 appmHe) 等や東北大サイクロトロンによる He 注入 (約 550℃、約 30 appm または 50 appm まで) を実施した。サイクロトロンでの He/dpa 値は、約 5300 appm-He/dpa であり、He 注入速度は、0.3 appm-He/h または 3 appm-He/h で実施した。これらの材料において He と DPA がキャビティの形成に及ぼす影響を明らかにするため、照射後、透過型電子顕微鏡 (TEM) や陽電子消滅寿命測定法 (PALS) 等によって微細組織の解析を実施した。

3. 結果と纏め

図 1 に東北大学のサイクロトロンで He を均一注入した 316FR 鋼と非注入材に関する PALS の結果を示す[2]。He 注入量の増加に伴って 30 appm 以上の注入材において陽電子消滅寿命がかなり増加する傾向にあり、TEM で観察したキャビティの形成と強い相関を持つことが分かった。HCM12A 鋼では、低い He 注入量領域でも陽電子寿命が増加する結果を得た。また、JRR-3 照射した 316FR 鋼では、約 10 nm のキャビティが粒内に観察され、陽電子消滅寿命がやや増加する結果が得られた。これらのメカニズムや関係する照射材のその他の測定結果の詳細を報告する。

参考文献

- [1] E. Wakai, et al., "Effects of helium production, displacement damage on mechanical properties and surface acoustic wave in austenitic stainless steels and martensitic steel", Nuclear Materials and Energy 17, 34-39.
[2] E. Wakai, et al., "Effects of helium production and displacement damage on microstructural evolution in helium-implanted austenitic stainless steel and martensitic steel examined mainly TEM and positron annihilation lifetime measurement", JPS conference proceedings, IWSMT14, in press.

*Eiichi Wakai¹, Shigeru Takaya¹, Yuji Nagae¹, Tetsuya Hirade¹, Yoshinori Matsui¹, Shuhei Nogami², Akira Hasegawa², Kazumi Aoto¹
¹Japan Atomic Energy Agency, ²Tohoku Univ.,

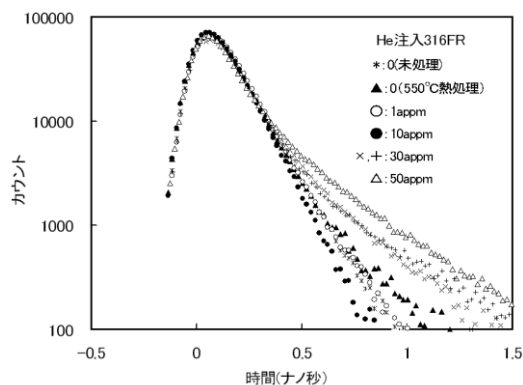


図 1. 550℃でサイクロトロンによって He を均一注入した 316FR 鋼の陽電子消滅寿命測定結果