

事故時高温条件での燃料健全性確保のための ODS フェライト鋼燃料被覆管の研究開発 (3) ～(4) 高温加熱による微細組織変化の評価～

R&D of fuel cladding of ODS ferritic steel for maintaining fuel integrity at accidental high temperature condition (3) ～(4) Analysis of microstructure at high temperature～

*大野直子¹, 中村顕¹, 上川亮磨¹, 鵜飼重治¹, 皆藤威二², 鳥丸忠彦³, 木村晃彦⁴, 林重成⁵
¹北海道大学, ²原子力機構, ³日本核燃料開発, ⁴京都大学, ⁵東京工業大学

原子力システム研究開発事業では、FeCrAl-ODS フェライト鋼の過酷事故時の組織安定性(酸化物粒子変化、再結晶挙動等)を調査してきた。1400℃までの単純な高温保持では、被覆管の酸化物粒子はオストワルド成長するが、結晶粒成長は起きづらいと結論する。

キーワード : ODS 鋼、事故耐性燃料被覆管、高温、微細組織

1. 緒言

原子力システム研究開発事業において、FeCrAl-ODS フェライト鋼の過酷事故時の組織安定性(酸化物粒子変化、再結晶挙動等)を調査してきた。本発表では、高温に加熱した際の FeCrAl-ODS 鋼被覆管の事故時高温における酸化物粒子と微細組織の安定性について纏める。

2. 実験手法

15Cr-7Al 及び 15Cr-7Al-0.4Zr-ODS フェライト鋼を用いて、1400℃までの Ex-situ 高温保持試験を行った。保持後の試験片の集合組織を SEM-EBSD, TEM を用いて観察・解析した。1350℃, 27h までの真空炉内高温保持を行い、保持後の酸化物粒子を TEM 観察・解析した。TEM を用いて、1100℃までの In-situ 昇温試験観察を行った。

3. 実験結果・考察

図 1 に FeCrAl-ODS 鋼の 1400℃, 1h までの被覆管大気中高温保持試験後の結晶粒径測定結果を示す。再結晶後の燃料被覆管は、1400℃の高温に晒されても、結晶粒がそれ以上粗大化しないことが明らかとなった。これに対して、同材料における昨年度までの 1350℃, 27h までの高温保持試験では、酸化物粒子の著しい成長が見られた。高温保持後の被覆管の硬さは若干柔らかくなることが分かった。これは転位の回復・及び酸化物粒子の成長による分散強化応力の減少が原因であると考えられる。昇温速度が Ex-situ 試験よりも 10 倍以上速い In-situ 高温保持試験においては、1100℃までの昇温において、押出材の再結晶も見られなかった。

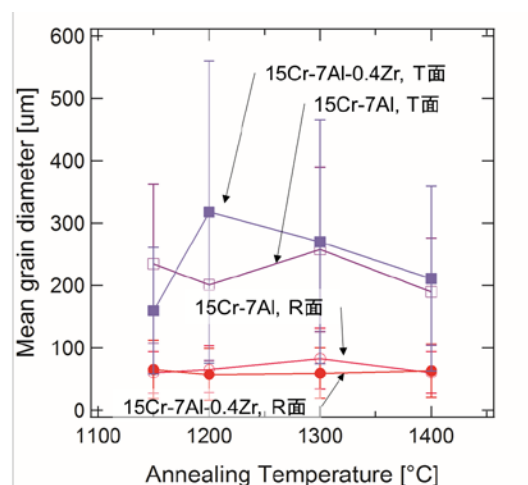


図1: 1400℃までの高温保持による被覆管結晶粒サイズ変化

4. 結論

1400℃までの単純な高温保持では、被覆管の酸化物粒子はオストワルド成長するが、結晶粒成長は起きづらいと結論する。※本研究は、文部科学省の原子力システム研究開発事業による委託業務として、国立大学法人北海道大学が実施した平成 25～28 年度「事故時高温条件での燃料健全性確保のための ODS フェライト鋼燃料被覆管の研究開発」の成果である。

*Naoko Oono¹, Ken Nakamura¹, Ryoma Kamikawa¹, Shigeharu Ukai¹, Takeji Kaito², Tadahiko Torimaru³, Akihiko Kimura⁴ and Shigenari Hayashi⁵, ¹Hokkaido Univ., ²JAEA, ³NFD, ⁴Kyoto Univ., ⁵Tokyo Inst. Tech.