

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) (6) FeCrAl-ODS 鋼の耐水蒸気酸化特性

R&D of ODS ferritic steel cladding for maintaining fuel integrity at accident condition (3);

(6) Hot steam oxidation resistance of FeCrAl-ODS steels

*前田 透真¹、鵜飼 重治¹、柴田 博紀¹、大野 直子¹、坂本 寛²、鳥丸 忠彦²、
皆藤 威二³、木村 晃彦⁴、林 重成⁵

¹北海道大学, ²日本核燃料開発株式会社, ³原子力機構, ⁴京都大学, ⁵東京工業大学

FeCrAl-ODS 鋼の高温水蒸気との反応速度を 1200°C~1450°Cの温度範囲で評価した。

キーワード: FeCrAl-ODS 鋼, 水蒸気酸化, アルミナ, シビアアクシデント

1. 緒言

軽水炉のシビアアクシデントにおいて、FeCrAl-ODS 鋼の 1200°C~1450°Cの水蒸気に対する耐酸化性の評価は極めて重要である。試験は押出棒から採取した試験片及び再結晶被覆管について実施し、両者の耐酸化性の違いを評価する。また、高温強度改善のために添加した Zr と過剰酸素が耐酸化性に及ぼす影響を詳細に評価する。

2. 実験方法

試験片は Fe-15Cr-7Al-0.5Ti-0.5Y₂O₃ を基本組成とし、Zr 無添加と 0.4 wt%Zr 添加材(過剰酸素=0.22 wt%)を対象に、押出材と再結晶被覆管の 1200°C~1450°Cでの水蒸気酸化試験を実施した。また、Zr 濃度を 0.2 wt%、0.4 wt%、0.6 wt%とした押出材について、1400°Cまでの温度範囲で大気中酸化試験を行った。酸化反応速度は試験前後の重量変化から評価した。

3. 結果および考察

Zr 無添加材、0.4 wt%Zr 添加材ともに、押出材に比べ再結晶被覆管で水蒸気酸化反応は僅かに促進した。これには再結晶被覆管の粗大な結晶粒サイズが影響しているものと考えられる。水蒸気酸化試験において、Zr 無添加材は 1200°Cでは Zr 添加材より耐酸化性が優れるが、1400°C以上になるとスケール剥離が生じた。これに対し、Zr 添加材は 1400°Cでも剥離の無い安定なアルミナスケールが生成した。図 1 に 各温度における大気中酸化反応速度と試験温度、Zr 濃度の関係を示す。1400°Cでは Zr 添加により酸化反応速度が大幅に抑制され、0.4 wt%Zr 近傍で最も優れた耐酸化性を有することが明らかになった。

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 27-28 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。

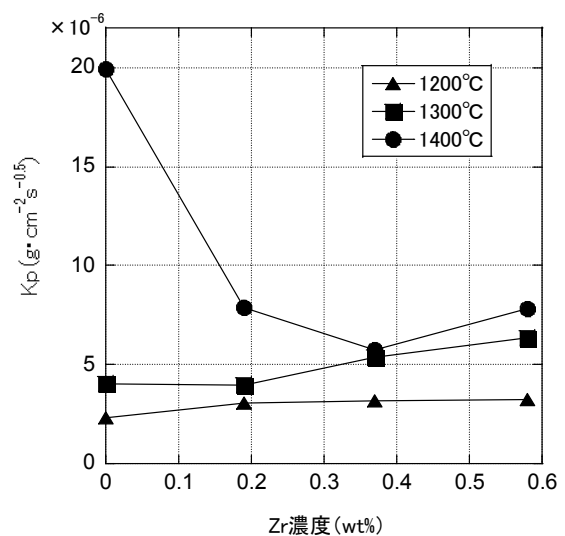


Fig. 1 各温度における反応速度定数と Zr 濃度の関係

*T. Maeda¹, S. Ukai¹, H. Shibata¹, N. Oono¹, K. Sakamoto², T. Torimaru², T. Kaito³, A. Kimura⁴, and S. Hayashi⁵; ¹Hokkaido Univ., ²NFD, ³JAEA, ⁴Kyoto Univ., ⁵Tokyo Tech.