

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(2) (6) 過酷事故時の水蒸気酸化特性

R&D of fuel cladding of ODS ferritic steel for maintaining fuel integrity
at accidental high temperature condition (2)

(6) Steam oxidation at severe accident conditions

*坂本 寛¹, 鳥丸忠彦¹, 鶴飼重治², 大野直子², 皆藤威二³, 木村晃彦⁴, 林 重成⁵

¹日本核燃料開発, ²北海道大学, ³日本原子力研究開発機構, ⁴京都大学, ⁵東京工業大学

Fe-Cr-Al 系 ODS フェライト鋼の軽水炉燃料被覆管への適用性検討の一環として、過酷事故時の水蒸気酸化特性を調べた。1200℃～1400℃で実施した試験結果から、現行被覆管材（ジルコニウム合金）と比較して著しく水蒸気酸化が抑制されており、事故耐性の大幅な向上が期待できることが確認された。

キーワード：酸化物分散強化、フェライト鋼、アルミナ被膜、燃料被覆管、シビアアクシデント

1. 緒言

高速炉および軽水炉の事故耐性を向上する目的から、Cr および Al を添加した超高温用 ODS 鋼 (Fe-Cr-Al 系 ODS フェライト鋼) の研究開発を進めている。過酷事故時の水蒸気酸化特性は事故時の温度上昇および水素発生を支配する重要な事故時特性であり、過酷事故解析に必須な特性である。本研究では、過酷事故時条件として 1200℃から 1400℃の高温水蒸気雰囲気下における超高温用 ODS 鋼の酸化特性を調べた。

2. 試験方法

試験には 2 種類の超高温用 ODS 鋼 (表 1) の押出棒から得た板状試験片 (15×15×1mmt) を用いた。高温水蒸気酸化試験

は、これら試験片を電気炉内に設置し、所定の温度に加熱した状態で加湿した Ar ガスを供給することで行った。水蒸気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

図 1 に超高温用 ODS 鋼の水蒸気反応速度をジルカロイで一般的に用いられている Baker-Just の式と比較した。現行被覆管材（ジルコニウム合金）よりも 2 桁以上水蒸気酸化が抑制された。これは、超高温用 ODS 鋼に含まれる Al が表面に Al₂O₃ 被膜を形成したことによる。これらの結果から、超高温用 ODS 鋼は現行被覆管材と比較して事故耐性の大幅な向上が期待できることが確認された。

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 25-27 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。

表1 試験に供した超高温用ODS鋼の化学組成 (mass %)

試料名	Cr	Ti	Al	Y	Zr	O	Fe
SP7A	14.30	0.52	6.73	0.38	<0.01	0.22	Bal.
SP10A	14.77	0.51	6.34	0.37	0.37	0.33	Bal.

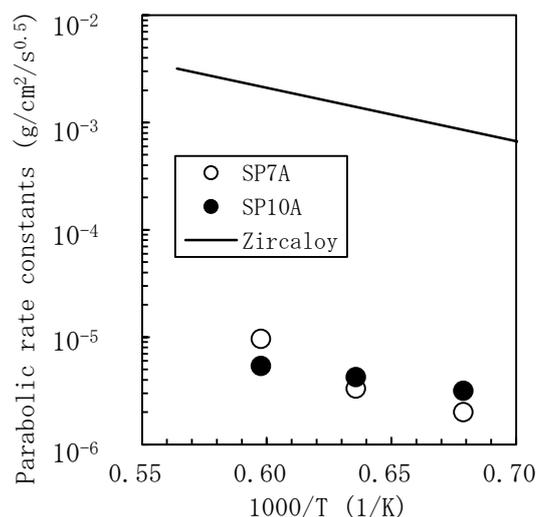


図1 超高温用ODS鋼の水蒸気反応速度

*Kan Sakamoto¹, Tadahiko Torimaru¹, Shigeharu Ukai², Naoko Oono², Takeji Kaito³, Akihiko Kimura⁴, Shigenari Hayashi⁵

¹NFD, ²Hokkaido Univ., ³JAEA, ⁴Kyoto Univ., ⁵Tokyo Institute of Technology