

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)

(2) FeCr 及び FeCrAl-ODS 鋼被覆管の高温強度特性

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

(2) Mechanical properties of FeCr- and FeCrAl-ODS steels at elevated temperature

*加藤 章一¹、古川 智弘¹、大塚 智史¹、矢野 康英¹、井上 利彦¹、

皆藤 威二¹、木村 晃彦²、鳥丸 忠彦³、林 重成⁴、鶴飼 重治⁵

¹原子力機構、²京大、³NFD、⁴東工大、⁵北大

高速炉燃料用に開発した 9/12Cr-ODS 鋼被覆管および軽水炉に適用するために Al を添加し耐水蒸気酸化性を向上させた FeCrAl-ODS 鋼被覆管について、高温強度試験を実施し、その結果の比較検討を実施した。

キーワード : ODS、高温強度、破損限界

1. 緒言 事故時高温条件における燃料被覆管の破損限界評価は、高速炉および軽水炉の安全性を確保する上で極めて重要である。本報では、高速炉用 9/12Cr-ODS 鋼および軽水炉用 FeCrAl-ODS 鋼被覆管の高温強度特性について述べる。

2. 試験方法 高速炉用 9/12Cr-ODS 鋼被覆管および軽水炉への適用を目指して開発した FeCrAl-ODS 鋼被覆管を対象に、事故時を想定した最高 1300℃までの温度条件下にて、引張およびクリープ強度試験を実施した。試験はリング型の試験片を用いて実施した。

3. 試験結果および検討 各種 ODS 鋼の引張強さおよびクリープ破断強さを図-1 および図-2 に示す。各鋼種の引張強さを比較した場合、9Cr-ODS 鋼は 1200℃以下の温度域で最も強度が高かったが、1250℃以上になるとその差が逆転する傾向にあった。また、FeCrAl-ODS 鋼については、Zr 無添加材 (SP7、SP19) よりも Zr 添加材 (SP9、SP10) の方が優れた強度特性を有していた。

1000℃におけるクリープ破断強さは、9Cr-ODS 鋼と 12Cr-ODS 鋼に有意な差は認められなかった。FeCrAl-ODS 鋼は、Zr 添加によりクリープ強度が向上し、低応力・長時間側で 9/12Cr-ODS 鋼の強度を上回る傾向にあった。Zr 添加材の強度が高い一因として、Zr 添加によるイットリア (複合) 酸化物の微細分散が寄与しているものと推察される。

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。

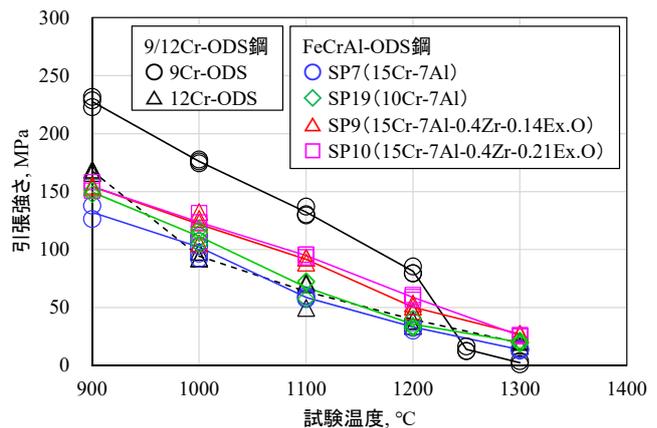


図-1 ODS 鋼の引張強さ

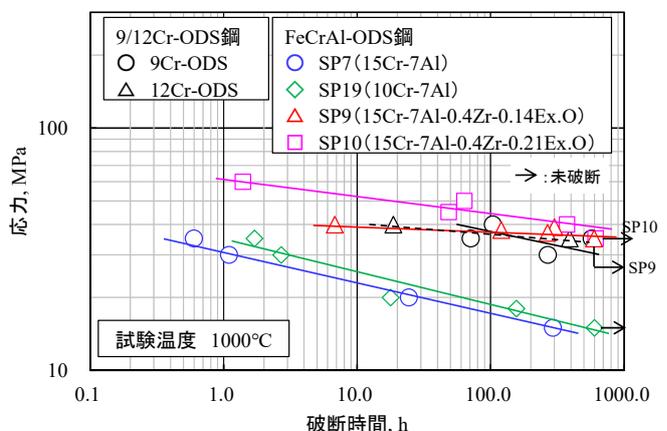


図-2 ODS 鋼のクリープ破断強さ

*S. Kato¹, T. Furukawa¹, S. Ohtsuka¹, Y. Yano¹, T. Inoue¹, T. Kaito¹, A. Kimura², T. Torimaru³, S. Hayashi⁴ and S. Ukai⁵

¹JAEA, ²Kyoto Univ., ³NFD, ⁴Tokyo Tech., ⁵Hokkaido Univ.