

事故時燃料健全性確保のための ODS フェライト鋼被覆管の研究開発(2)

(1) 事故時破損限界評価

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

(1) Evaluation of failure limit correlation under an accident condition

*矢野康英¹, 加藤章一¹, 大塚智史¹, 井上利彦¹, 丹野敬嗣¹, 岡弘¹, 古川智弘¹, 皆藤威二¹, 木村晃彦², 鳥丸忠彦³, 林重成⁴, 鵜飼重治⁵

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

事故時高温条件における ODS フェライト鋼燃料被覆管の破損限界評価は、高速炉及び軽水炉の安全性を確保する上で極めて重要である。

キーワード: ODS 鋼被覆管, Al 含有高 Cr-ODS 鋼被覆管, リング引張特性, クリープ特性

1. 緒言

事故時高温条件に高温条件における ODS フェライト鋼燃料被覆管の破損限界評価は、高速炉及び軽水炉の安全性を確保する上で極めて重要な項目である。そのため、本公募で作製した Al 含有高 Cr-ODS 鋼被覆管及び既存の高速炉用 ODS 鋼について、超高温におけるリング引張及びクリープ特性データ等を取得し、事故時温度における被覆管の特性を評価した。

2. 試験方法

供試材には、既存の 9Cr-ODS 鋼に加えて、新たに製管した再結晶組織を有する Al 含有高 Cr-ODS 鋼被覆管を用いた。9Cr-ODS 鋼の超高温リング引張試験は、1000, 1250, 1300°Cで実施し、Al 含有高 Cr-ODS 鋼は 1000°Cでのみ実施した。

3. 試験結果及び考察

図 1 に 1000°C で実施した 9Cr-ODS 鋼と Al 含有高 Cr-ODS 鋼被覆管のリング引張強度の結果を示す。1000°C における引張強度は、9Cr-ODS 鋼の方が優れる傾向にあった。Al 含有高 Cr-ODS 鋼を比較すると Zr を添加した ODS 鋼の引張強度が優れていた。これは、Zr を添加することにより、分散粒子がより微細に分散することによると考えられる。また、1200°C まで優れた高温強度を維持していた 9Cr-ODS 鋼もそれ以上の温度では急激に強度低下が生じ、1300°C ではほぼ強度がゼロになることが分かった。この強度低下は、応力促進等により分散粒子の凝集・粗大化等が生じナノ組織構造(分散強化機構)を維持できなくなることに起因すると推察される。なお、当日の講演では、700°C

と 1000°C の試験温度で実施している既存 ODS 鋼および Al 含有高 Cr-ODS 鋼のクリープ試験結果及び被覆管破損寿命予測式策定のための各種強度試験データの解析結果についても報告する。

本研究の一部は、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。

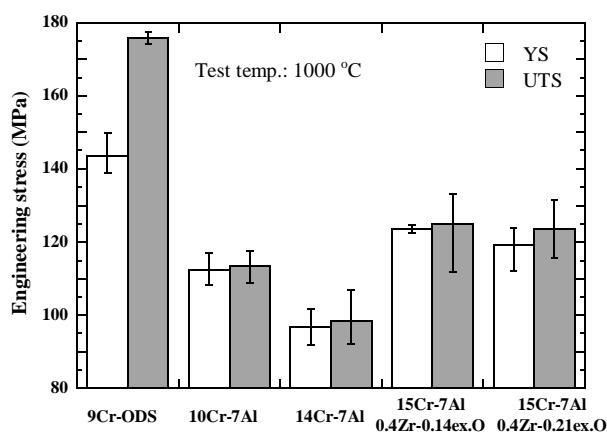


図 1. 1000°C における引張強度の比較

*Y. Yano¹, S. Kato¹, S. Ohtsuka¹, T. Inoue¹, T. Tanno¹, H. Oka¹, T. Furukawa¹, T. Kaito¹, A. Kimura², T. Torimaru³, S. Hayashi⁴, and S. Ukai⁵: ¹JAEA, ²Kyoto Univ., ³NFD, ⁴Tokyo Tech, ⁵Hokkaido Univ.