

事故耐性燃料被覆管としての Ce 酸化物を分散させた FeCrAl-ODS 鋼の開発

(1) 通常運転時及び事故時におけるふるまい

Development of FeCrAl-ODS ferritic steel with cerium oxide dispersion to accident tolerant fuel cladding

(1) Behavior at normal operation and accidents

*坂本 寛¹, 大内 敦¹, 高橋克仁¹, 平井 睦¹, 青見雅樹², 柴田博紀³, 鵜飼重治³

¹日本核燃料開発, ²GNF-J, ³北海道大学

BWR の事故耐性燃料被覆管材料として、Ce 酸化物を分散粒子とした新しい FeCrAl-ODS 鋼の開発を行っている。本発表では、通常運転時に関しては高温水中腐食特性、熱膨張特性、事故時に関しては高温水蒸気耐性を調べた結果を報告する。

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

現在、BWR の事故耐性燃料被覆管材として Y-Zr 系酸化物を分散させて強化させた FeCrAl 系 ODS フェライト鋼(FeCrAl-ODS(Y, Zr))の開発が進められている。この ODS 鋼は、Y 酸化物が単独分散した場合に問題となる Y-Al 酸化物の成長を Zr 添加により抑制して高温強度を向上させた改良 ODS 鋼であるが、微量添加する Zr や過剰酸素量の調整を誤ると高温水蒸気耐性が顕著に悪化する⁽¹⁾ため、より成分調整が簡素で同等な性能を持つ代替 ODS 鋼の開発が望まれている。本研究では代替候補材として、Al との親和性が低い Ce 酸化物を単独で分散させた ODS 鋼を試作し、通常運転時及び事故時のふるまいに関する物性を調べ、その適用性を評価した。

2. 実験方法

Fe-12Cr-6.2Al-0.5Ti-0.7CeO₂-0.2Ex.O (wt.%)の組成を有する FeCrAl-ODS 鋼を 1150 °C の熱間押出によって作製し、各試験に供する試験片を採取した。高温水中腐食試験では、290 °C、8 ppmDO の循環水雰囲気において最大 135 d までの重量変化(Δw)を計測した。線膨張係数測定では、最大 1400 °C までの平均熱膨張係数を不活性雰囲気中で計測した。高温水蒸気酸化試験では、1200 - 1400 °C において最大 25 h までの重量増加量を計測した。

3. 実験結果とまとめ

高温水中腐食試験の結果を、FeCrAl-ODS(Y, Zr)、Zry-2 及び 4、SS316L と比較して図 1 に示す。高い耐食性を有す SS316L と同様な重量変化であり、FeCrAl-ODS(Y, Zr)と同様に炉水への耐食性に問題がないことが確認された。線膨張係数についても、FeCr-ODS フェライト鋼の報告値と同程度の値が得られ、特異なふるまいをしないことが確認された。また、高温水蒸気耐性についても FeCrAl-ODS(Y, Zr)と同程度の酸化耐性であり、今回調べた物性については、Ce 酸化物を単独で分散させた ODS 鋼は、FeCrAl-ODS(Y, Zr)と同程度の性能を持つことが確認された。

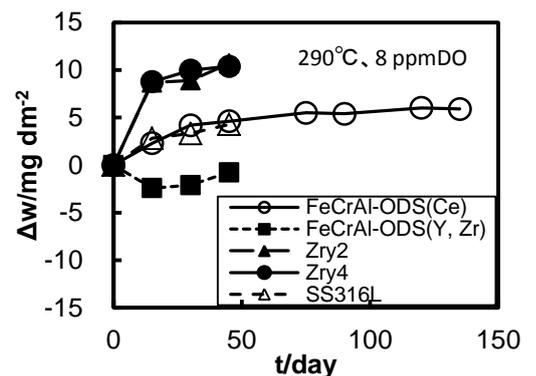


図1 高温水中腐食試験結果⁽¹⁾

参考文献

[1] S. Ukai et al., Proceedings of TopFuel2016, Sep. 11 -15, 2018, Boise, ID

[2] K. Sakamoto et al., Proceedings of WRFPM2017, Sep. 10 - 14, 2017, Jeju Island, Korea

* Kan Sakamoto¹, Atsushi Ouchi¹, Katsuhito Takahashi¹, Mutsumi Hirai¹, Masaki Aomi², Hiroki Shibata³ and Shigeharu Ukai³

¹NFD, ²GNF-J, ³Hokkaido Uni.