FeCrAlZr-ODS 鋼を応用した先進核融合機器の開発に関する研究
(3) FeCrAlZr-ODS の開発とその特性について

Application of FeCrAlZr-ODS alloy for advanced liquid blanket and divertor concepts
(3)Development of FeCrAlZr-ODS and its characteristics

*大野 直子 [1]，坂本 寛 [2]，近藤 正聡 [3]
[1] 北海道大学，[2] 日本核燃料開発株式会社，[3] 東京工業大学

核融合炉の液体燃料増殖材や液体ダイバータ冷却材と構造材料の共存性が課題とされている。FeCrAl 合金は高温で保護性アルミナ被膜を形成することで、共存性を改善する可能性をもつ。本発表は軽水炉事故耐性燃料被覆管として開発された FeCrAlZr-ODS 合金を中心に、開発の経緯と液体ブランケット・ダイバータにとって有用な知見を紹介する。

キーワード：ODS 合金，材料共存性，液体ブランケット，液体ダイバータ，アルミナ被膜

1. 緒言: FeCrAl 合金は高温で保護性アルミナ被膜を形成することで、核融合炉の液体燃料増殖材である鉛リチウム合金(Pb-16Li)や液体ダイバータ冷却材である液体金属錫(Sn)と化学的に共存する可能性が示唆されている[1]。一方で、近年のわが国では軽水炉の事故耐性燃料被覆管として FeCrAlZr-ODS 合金の開発を精力的に行っている。本発表では、現在液体ブランケットへの応用を検討している FeCrAlZr-ODS 合金の特性を紹介する。

2. FeCrAlZr-ODS 合金の特性: FeCrAlZr−ODS は FeCrAl 合金に Zr を添加して ODS 化することで、耐酸化性と高温強度の両立を狙った合金である。高温クリープ強度は 700℃では FeCrWTi 系の ODS 鋼よりも劣るが、1000℃での強度低下が少なく、高温であるほど有効なことがわかる(図 1)。1450℃までの耐酸化性は APMT(21Cr−5Al)に匹敵する(図 2)。核融合炉への適用に際し懸念されるのは 500℃付近の Cr の相分離による脆化であるが、適切な Cr，Al 濃度の選択によって Cr の相分離が抑制できることもわかっている(図 3)。

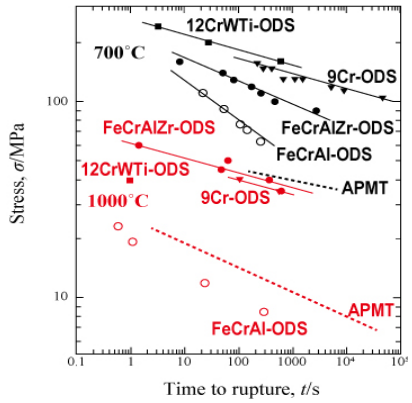

図 3 FeCrAlZr-ODS とその他主要材料の高温クリープ強度[2][3]

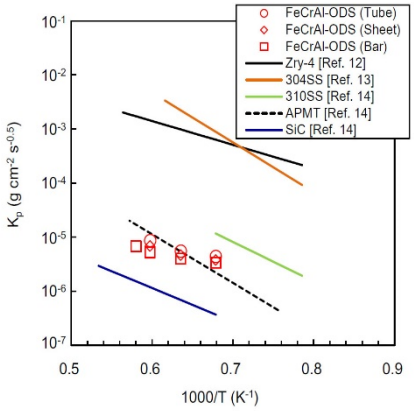

図 3 FeCrAlZr-ODS とその他主要材料の耐水蒸気酸化速度定数[4]

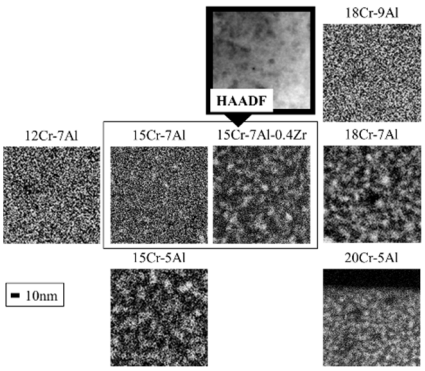

図 3 FeCrAl-ODS の 475℃, 1380-2933h 時効後の Cr 相分離 [5]

参考文献

[1] M. Kondo et al., Fus. Eng. Des. (2019) 146: 2450-2456. [2] B. Jönsson et al., Oxid. Met. (2013) 79: 29-39.
[3] S. Ukai et al., Mater. Sci. Eng. A (2020) 794: 139863. [4] K. Sakamoto et al., Proc. TopFuel2018.
[5] 大野直子，他, Materia Japan，第 58 巻 2 号, p.88 (2019).

*Naoko Oono-Hori[1], Kan Sakamoto[2] and Masatoshi Kondo[3]
[1]Hokkaido Univ., [2]NFD, [3]Tokyo Tech.