

高温大気下におけるFeCrAl合金の予備酸化処理に関する研究

Study on Pre-oxidation Treatment of FeCrAl alloy under High temperature Atmosphere

北村嘉規¹, 畑山奨¹, 西尾龍乃介¹, 大野直子², 笠田竜太³, 坂本寛⁴, 田中照也⁵, 近藤正聡¹
Yoshiki Kitamura¹, Susumu Hatakeyama¹, Ryunosuke Nishio¹, Naoko Oono², Ryuta Kasada³,
Kan Sakamoto⁴, Teruya Tanaka⁵, Masatoshi Kondo¹

¹東工大, ²横浜国大, ³東北大, ⁴NFD, ⁵核融合研

¹Tokyo Tech, ²Yokohama Natl. Univ., ³Tohoku Univ., ⁴NFD, ⁵NIFS

1. 研究背景 核融合炉の液体ブランケットや液体ダイバータにおいて、液体金属流体と構造材料との化学的共存性が課題とされている。FeCrAl合金は、表面が酸化する事により保護性に優れたAl rich酸化被膜を形成し、共存性を劇的に改善する事が知られているため、核融合炉構造材料の候補材として検討されている。しかし、高温大気下におけるFeCrAl合金の酸化膜形成挙動の詳細は明らかにされていない。本研究の目的は、高温大気下におけるFeCrAl合金の酸化被膜の形成と成長挙動を明らかにすることである。予備酸化処理による酸化温度と酸化時間、化学組成を主たるパラメーターとして、複数のFeCrAl合金の酸化挙動を調べた。

2. 実験条件 本研究に用いた3種類のFeCrAl合金(NF12, SP10, APMT)の化学組成を表1に示す。これらの試験片の表面を鏡面研磨した後、1273K及び1373Kの大気中で予備酸化処理を2, 6, 10時間施した。予備酸化処理後、重量増加を測定し、酸化被膜厚さを算出した。XRD及びSTEMを用いて試験片の表面及び表層断面の分析を行った。

表1 FeCrAl合金の化学組成

	Cr	Al	Zr	Ti	Mo	Y ₂ O ₃	Others	Fe
NF12	11.7	6.1	0.4	0.5	-	0.5	Ex. O:0.24	Bal.
SP10	14.2	6.6	0.4	0.5	-	0.5	Ex. O:0.25	Bal.
APMT	21.0	5.0	-	-	3.0	-	-	Bal.

3. 結果・考察 予備酸化処理の結果、図1に示すように、予備酸化処理の時間が長くなるにつれて放物線則に従ってAl₂O₃膜の厚さが増加した。この結果から、酸化速度定数を求め、活性化エネルギーを算出すると、NF12は115.2kJ/mol, SP10は96.7kJ/mol, APMTは96.8kJ/molであった。NF12とSP10の結果より、母材Cr添加量が大きいくほど、Al₂O₃膜厚が小さくなる事が示唆された。図2に1273K10時間予備酸化処理後のNF12の断面STEM分析結果を示す。試験片表面にAl₂O₃膜(厚さ1.42μm)が形成しており、Al₂O₃の粒界やAl₂O₃と

FeCrAl合金界面にTi, YやZrが存在していることが確認できる。これらの活性元素はAl₂O₃の粒界に沿って存在することで、酸素の内方拡散を促進し、Al₂O₃膜成長速度を大きくしていると考えられる。

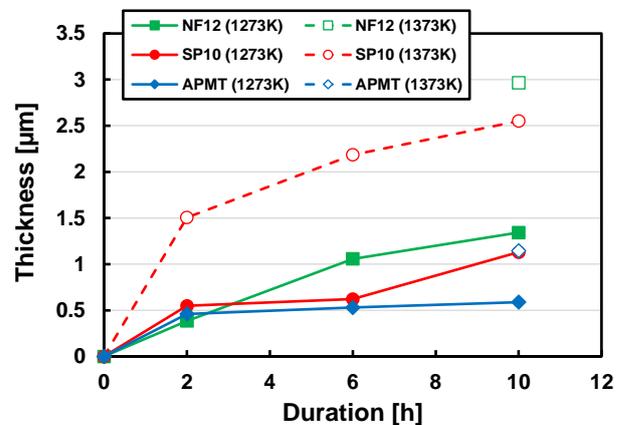


図1 予備酸化処理時間とAl₂O₃膜厚さの関係

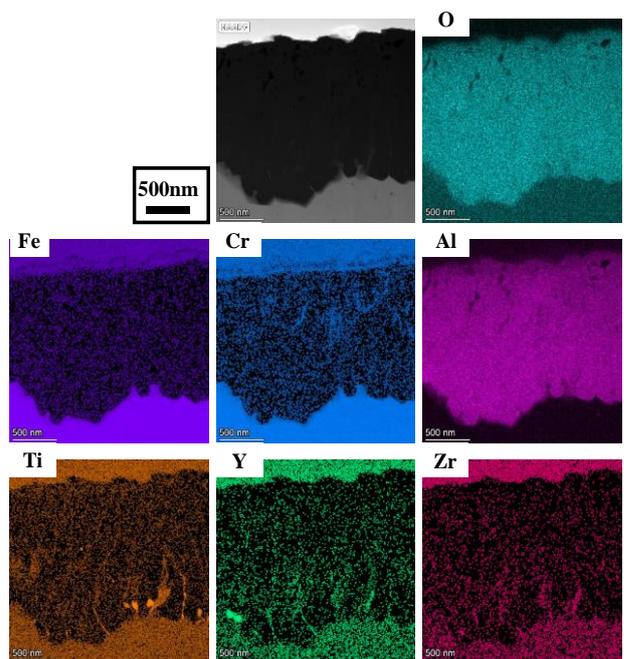


図2 1273K, 10時間予備酸化処理したNF12の断面STEM/EDX分析