

核融合炉液体 Sn ダイバータにおける FeCrAl-ODS 合金の 化学的共存性に関する研究 Chemical compatibility of ODS FeCrAl alloys for liquid Sn divertor concepts

*宮川幸大¹, 近藤正聡², 大野直子³, 笠田竜太⁴, Yu Hao⁵, 坂本寛⁶, 田中照也⁷

¹東京工業大学大学院工学部機械系原子核工学コース, ²東京工業大学科学技術創成研究院, ³横浜国立大学大学院工学研究院, ⁴東北大学金属材料研究所, ⁵日本核燃料開発研究部, ⁷核融合科学研究所ヘリカル研究部

液体金属錫中における予備酸化処理を施した FeCrAl-ODS 合金(NF12、SP10、SOC6、SOC4)と Al 含有高 Mn 鋼(RAA-7、RAA-5)の材料共存性を、773K の攪拌流動場腐食試験(986時間)により調べた。予備酸化処理により Al_2O_3 被膜を鋼材表面に形成することで、液体錫攪拌流動場における腐食を抑制できる事が分かった。

キーワード: 核融合炉, 液体ダイバータ, 錫, 腐食, FeCrAl-ODS 合金, 材料共存性

1. 緒言 液体金属錫 (Sn) は核融合炉の液体ダイバータの冷却材として期待されている。しかし、ダイバータ候補構造材料との化学的共存性が課題とされている。本研究の目的は、液体金属 Sn 攪拌流動場における数種類の FeCrAl-ODS 合金および Al 含有高 Mn 鋼の化学的共存性を明らかにすることである。

2. 実験方法 NF12(Fe-12Cr-6Al), SP10(Fe-15Cr-6Al), SOC6(Fe-16Cr-4Al), SOC4(Fe-16Cr-2Al), RAA-7(Fe-22Mn-7Al), RAA-5(Fe-22Mn-5Al) の短冊状試片 17mm×6mm×0.5(～2.3) mm、計 12 枚を試験片ホルダーへ装荷し、液体金属 Sn (105 cc) が 100rpm で攪拌されている中に 986 時間浸漬させ腐食試験を実施した。NF12, SP10, の半数と SOC6, SOC4 は装荷前に大気中(1273K)で 10 時間の予備酸化処理を施した。Fig.1 に実験装置概略図と試験片装荷時の試験片ホルダーを示す。試験後は、試験片ホルダーから試験片を取り外し、鋼材表面に付着した Sn を除去するために、800rpm で攪拌された 333K の水酸化ナトリウム水溶液 (0.1M) を用いた。試験片の試験前後の重量を比較し、腐食に伴う重量損失を測定した。さらに SEM/EDX を用いて、試験片の表面および表層断面の腐食分析を行った。

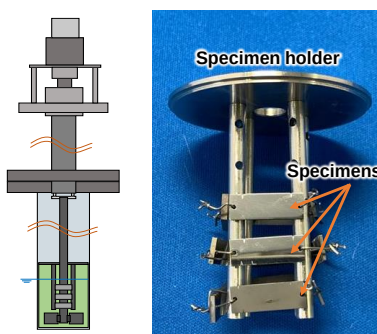


Fig.1 (a)攪拌流動場実験装置, (b)試験片装荷写

3. 実験結果 予備酸化処理を施した試験片は耐食性を示したが、予備酸化処理を施さなかった全ての試験片は液体 Sn 中へ完全溶解したため回収できなかった。Fig.2 に、腐食による試験片の重量損失を、過去に実施した数種類の鉄鋼材料(予備酸化処理なし)の静止場試験 (773K, 250 時間、液体 Li 洗浄) と比較して示す。本研究における試験片の重量損失は、-25.9(重量増)～13.9g/m² の範囲であった。液体金属 Sn 中における数種類の鉄鋼材料の重量損失と比較して非常に小さいことが分かった。これは、腐食試験前に予備酸化処理を施したことで、試験片表面に α - Al_2O_3 被膜が形成され、Sn との合金化腐食が抑制されたためと考えられる。Fig.3 に水酸化ナトリウム水溶液で洗浄した後の試験片表面の SEM 観察の結果を示す。試験片表面はアルミナ被膜で覆われており目立った腐食跡は確認されなかった。また、矢印で示すように、Sn と Al を主成分とする直径 2 μm 程度の酸化物の結晶が析出していた。

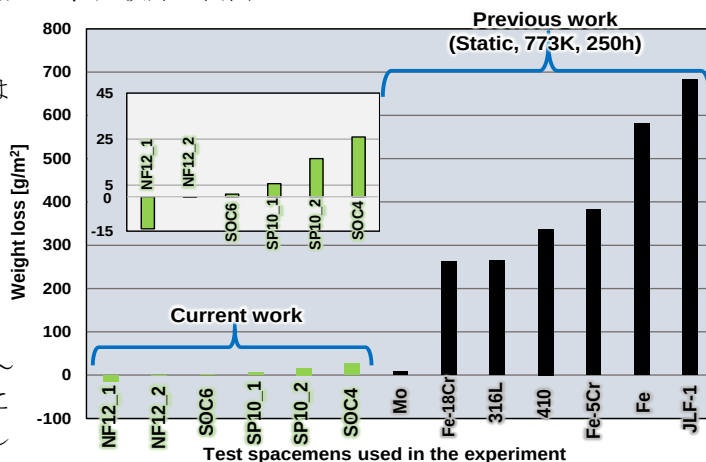


Fig.2 試験片重量損失
(Mo より右データは既往研究より)

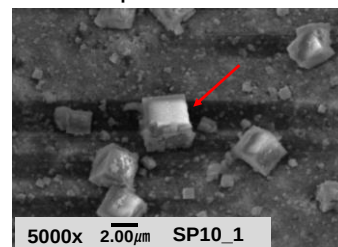


Fig.3 SP10 SEM 観察結果

*Yukihiro Miyakawa¹, Masatoshi Kondo², Naoko Oono³, Ryuta Kasada⁴, Yu Hao⁵, Kan Sakamoto⁶, Teruya Tanaka⁷

¹ Tokyo Institute of Technology, School of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Graduate Major in Nuclear Engineering, ² Tokyo Institute of Technology, Institute of Innovative Research, Laboratory for Advanced Nuclear Energy, ³ Faculty of Engineering Yokohama National University, ^{4,5} Institute for Materials Research, Tohoku University, ⁶ Nippon Nuclear Fuel Development, ⁷ National Institute for Fusion Science