核融合炉液体 Sn ダイバータにおける鉄鋼材料の 化学的共存性に関する研究

Chemical compatibility of various steels for liquid Sn divertor concepts *宮川幸大¹, 近藤正聡²

1東京工業大学大学院工学院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

液体金属錫(Sn)中における Fe、Fe-5Cr、JLF-1、410、430、316L、Mo の材料共存性を 500℃、250 時間の静止場腐食試験により調べた。試験後に試験片の表層断面の SEM/EDX 分析を実施した結果、鉄鋼材料試験片の表面に Feと Sn の金属間化合物による複数の層が形成されている事が分かった。試験片の腐食に伴う重量損失を測定した結果、Fe 含有率と重量損失に正の相関関係があることが分かった。

キーワード: 核融合炉、液体ダイバータ、錫、腐食、材料共存性、鉄鋼材料

- 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。候補構造材料との化学的 共存性が課題とされているが、共存性の改善に繋がる情報は未だ限定的である。本研究の目的は、液体金属 Sn 中 における様々な鉄鋼系材料の材料共存性を明らかにし、腐食の原因と改善策を明らかにする事である。
- **2. 実験方法** Fe、Fe-5Cr、JLF-1(Fe-9Cr-2W-0.1C)、410(Fe-12Cr)、430(Fe-18Cr)、316L(Fe-18Cr-12Ni-2Mo)、Mo の 短冊状試験片 15mm×10(~15)mm×0.7(~1.35)mm を、液体金属 Sn(約 3cc)を充填した 316L 製の坩堝内に設置し、500°Cの温度条件 250 時間保持した。試験後、坩堝から取り出した試験片の中央部を切断し、表層断面の SEM/EDS 分析を実施した。一部の試験片は液体リチウムを用いて試験片に付着した Sn を除去し、腐食に伴う重量損失を測定した。
- 3. 実験結果・考察 Fig.1 に、Sn が付着した状態の試験後試験片の鋼材表層断面の SEM/EDX 分析の結果を示す。Fe、Fe-5Cr、430 とSn との境界に、Fe と Sn の金属間化合物の層が形成されている事が分かった。鋼材中に拡散した Sn との合金化反応によるものであると考えられる。一方で、Sn 側では FeSn₂の層が形成されている事が分かった。母材から Fe が Sn 中

に溶け出し、Sn 境界に向かうにしたがい Fe の拡散する割合が減少したためだと考えられる。Fig.2 に試験片の重量損失とFe 含有率の相関を示す。Fe 試験片は、洗浄により FeSn 層を完全に除去できなかった。その際の重量損失は点線丸で示す。Fe 試験片の健全部の体積と重量を概算する事により求めた重量損失を緑四角で示した。Fe を全く含まない Mo 試

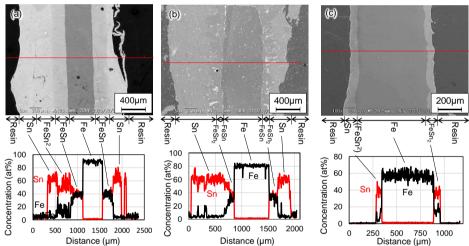


Fig.1 Fe,Fe-5Cr,430(Fe-18Cr)の未洗浄試験片の断面 SEM 分析結果

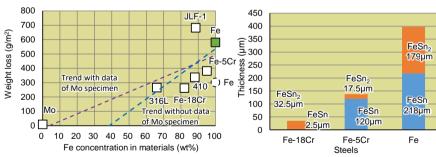


Fig.2 試験材料中のFe 含有率と 重量損失の関係

Fig.3 Fe,Fe-5Cr,430(Fe-18Cr),の Fe-Sn 含有層の厚さ

験片の重量損失は非常に小さく、Fe 含有率が高い試験片の重量損失が大きい事が分かる。その傾向を Mo 試験片のデータを考慮した場合としない場合で示した。Fig.3 に未洗浄試験片に形成された FeSn と FeSn2 の層の厚さを示す。Cr 含有量が増加するにしたがって、合金層の厚さが薄くなる事が示唆されていた。しかし、Fig.2 のようにして Cr 含有量と重量損失の相関を調べたところ明らかな傾向は得られなかった。腐食に影響する材料中 Fe 濃度を下げる事により腐食を抑制できると考えらえる。

^{*}Yukihiro Miyakawa¹, Masatoshi Kondo².

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