

773 K の液体鉛合金中における電流駆動腐食に関する研究

Electric current induced corrosion of steels in liquid metal at 773 K

*畑山 奨¹, 近藤 正聡², 大野 直子³, 田中 照也⁴

¹東京工業大学工学院機械系, 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核融合科学研究所

核融合炉内の液体金属機器では、MHD 誘導電流やプラズマからの電子照射などが発生するが、液体金属中における構造材料の腐食が電子の流れにより加速されることを実験により明らかにした。773K の液体鉛および鉛リチウム合金と鉄鋼材料の接液界面に電流を流しながら 250 時間の共存性試験を行い、装置内の陽極及び陰極それぞれに設置した試験片の腐食挙動を明らかにした。

キーワード：核融合炉、液体ブランケット、液体ダイバータ、リチウム鉛合金、電流駆動腐食

1. 緒言 核融合炉の液体増殖材として液体リチウム鉛合金(LiPb)の使用が検討され、液体ダイバータの冷却材として液体金属錫(Sn)の使用が検討されている。プラズマ閉じ込めのためにブランケットの外側に設置された超伝導コイルによる磁場を液体増殖材が横切るため、MHD 効果により最大 100 A/m² 程度の誘導電流が発生する。液体ダイバータでは、炉内プラズマからの電子照射が最大 50 A/m² 程度発生する。液体金属と構造材料との共存性に関する研究が実施されてきたが、電流が材料共存性に与える影響は明らかにされていない。本研究の目的は、液体金属環境下における鉄鋼材料の腐食挙動への電流の影響を明らかにすることである。

2. 実験条件 図 1 に実験装置を示す。304 鋼(Fe-18Cr-8Ni)および APMT 鋼(Fe-21Cr-5Al-3Mo)の円盤状試験片を対象に、陽極試験片-液体金属-陰極試験片の順に電流が流れるように試験キャプセルを構成し、試験片半径の異なる試験キャプセルを2個連続で接続した。773 K で保持し 10 A(3.2~51 A/cm²)の電流を流しながら 250 時間の腐食試験を実施した。304 鋼は液体鉛中で、APMT 鋼は液体リチウム鉛中に浸漬し、試験キャプセル両端の抵抗値を in-situ で計測した。試験後、試験片の重量変化を測定し、試験片表面の XRD 分析および SEM/EDX 分析を実施した。

3. 実験結果・考察 試験後の 304 鋼陽極試験片には、Fe の他に Fe₃O₄ が確認され(図 2(a))、表面は 5μm 程度の孔を有する組織になっていた(図 3(a))。重量変化は-0.32 g/m² であった。液体鉛中の溶存酸素に電子の運動量が受け渡されて陽極に移動し、陽極の試験片上で酸化が生じたと考えられる。一方で、図 2(b)に示すように陰極では Fe の他には液体鉛中の不純物の As との化合物である CrNiAs のピークが顕著であり、CrNiAs の結晶が表面に確認された(図 3(b))。重量変化は+0.95g/m² であった。陽極・陰極で腐食挙動が異なることが明らかになった。

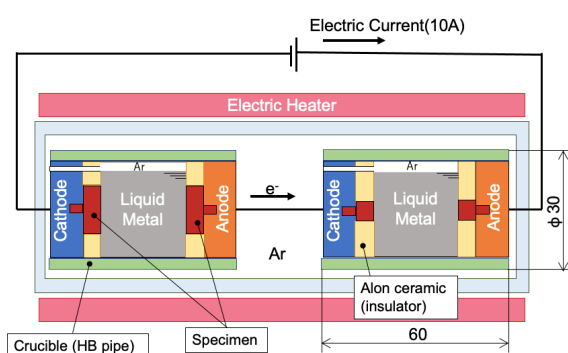


Fig.1 実験装置の概念図

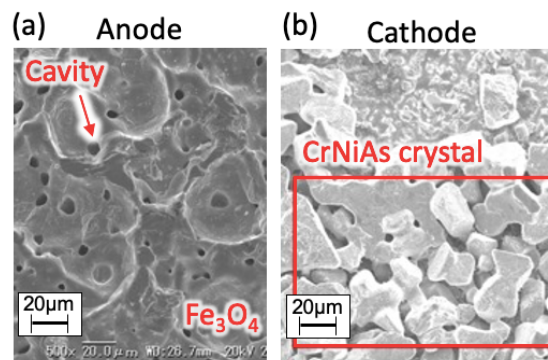


Fig.2 電流駆動腐食試験(773 K、3.2 A/cm²、250 時間)後の 304 オーステナイト鋼試験片 SEM 像 (a)陽極試験片の接液面 (b)陰極試験片の接液面

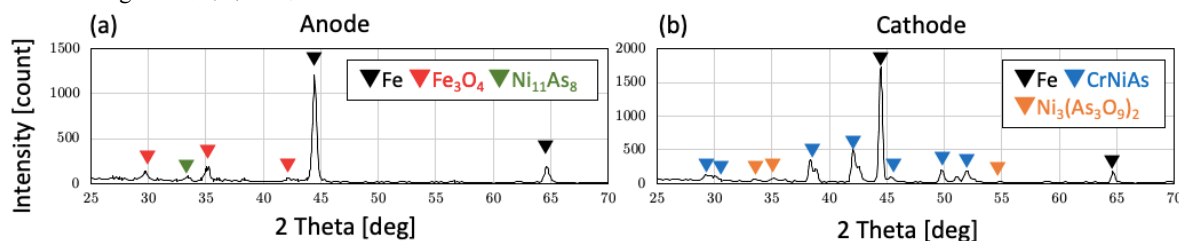


Fig.3 電流駆動腐食試験(773 K、3.2 A/cm²、250 時間)後の 304 オーステナイト鋼試験片の XRD 分析結果
(a) 陽極試験片の接液面、(b) 陰極試験片の接液面

*Susumu Hatakeyama¹, Masatoshi Kondo¹, Naoko Oono² and Teruya Tanaka³

¹Tokyo Institute of Technology, ²Yokohama National University, ³National Institute for Fusion Science