

鉛リチウム液体金属電極を用いた 酸化皮膜のインピーダンス特性

Electrochemical impedance measurement of oxide film with liquid metal electrode of lead-lithium alloy

小木和弥, 秋山優也, 鈴木成実, 近藤正聡

Kazuya Ogi, Yuya Akiyama, Narumi Suzuki, Masatoshi Kondo

東海大学 工学部原子力工学科

Tokai University Department of Nuclear Engineering

1. 緒言 液体鉛リチウム合金(Pb-17Li)は核融合炉の液体燃料増殖材の候補の一つである。構造材料および機能性材料と Pb-17Li との共存性は重大な課題の一つである。従来の研究[1-3]では腐食挙動が Pb-17Li に触れている間 Pb-17Li の酸素ポテンシャルに従って変わること示している。しかしながら、従来の腐食試験方法では、変化腐食挙動をオンライン分析することは出来なかった。この研究の目的は電気化学インピーダンス法(EIS)に基づいた腐食モニタリングシステムを開発することである。液体状態の鉛(Pb)及び鉛リチウム(Pb-17Li)はEISで材料表面と接触した電極として使用されている。従って、EISによって試験片表面と液体金属との境界の酸化状態が評価可能である。

2. 試験金属 表1に本実験で使用する試験材を示す。JLF-1 鋼は低放射化フェライトマルテンサイト鋼であり、核融合炉のブランケット構造材料の候補の一つである。Mod-SUS316 は MOD 法により SUS316 材に Er_2O_3 コーティングを施した機能性材料である。このコーティングの手順詳細は[4]に報告されている。アルミニウム合金(A5052)の試験片は液体金属に接液したアルミニウム表面の酸化挙動を明らかにするために用いた。

3. 実験条件 図1に実験体系を示す。ホットプレートは Ar ガス(99.999%)が充填されたグローブボックス内に設置した。EIS 計測装置はプリンストンアプライドリサーチ社製の VersaSTAT3 を用いた。Pb または Pb-17Li を試験片表面に置き、融点(508K)付近で溶かした。そして、SUS316 ワイヤを液体 Pb-17Li に挿入し、液体金属と SUS316 ワイヤが電極となる。EIS 測定において、AC 振幅 100mV、周波数は 1MHz から 10mHz(10step/decade)まで測定を行った。試験温度は 600K で行った。

4. 結果・考察 図2に得られた液体 Pb 電極を用いたアルミニウム合金のナイキスト線図を示す。液体 Pb 電極の静電容量と電気抵抗は無視できるほど小さい。従って、この結果は鉛と試験片の間に形成された層が静電容量と電気抵抗を持つことを示した。電気抵抗は時間の経過につれて増加し、静電容量は減少していった。この物理現象は酸化被膜の成長を示唆している。同様に、図3に液体 Pb-17Li とアルミニウム合金のナイキスト線図を示す。図から容量性半円が2つ確認できることより、2つの層が形成されていることを示している。この結果は、形成された液体金属に接液する酸化物層の成長をオンラインで捉えた事を示唆している。

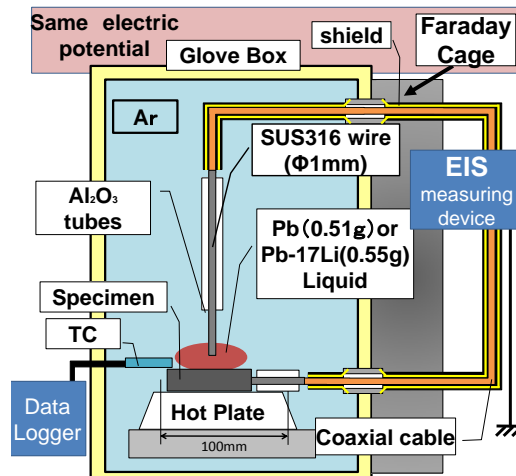


図1. 実験体系

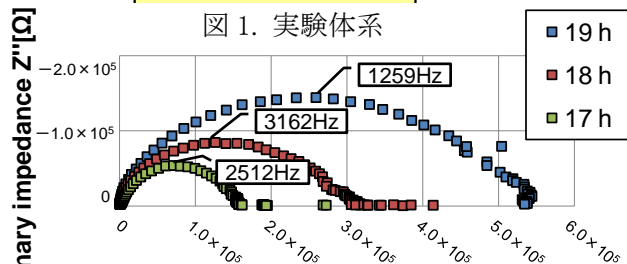


図2. Al 試験片と Pb 電極のナイキスト線図

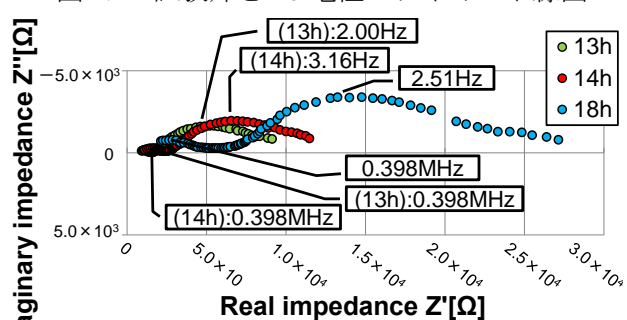


図3. Al 試験片と Pb-17Li 電極のナイキスト線図

表1. 試験材

試験材料	化学成分 (wt%)	大きさ (mm)
SUS316	Fe-17.26Cr-12.66Ni-2.05Mo-0.009C	15 x 10 x 3
Mod-SUS316	Er_2O_3 /SUS316	15 x 10 x 3
JLF-1	Fe-9Cr-1.98W-0.49Mn-0.2V-0.009C-0.015N	15 x 10 x 2
A5052P (Aluminum alloy)	Al-2.8Mg-0.35Cr-0.10Zn-0.10Cu-0.40Fe-0.40Si	60 x 40 x 2

References: [1] M. Kondo, et. al., Fusion Eng. Des.87, 1777-1787 (2012). [2] H. Glasbrenner, et. al., J. Nucl. Mater. 283-287, 1332-1335 (2000). [3] Y.Chen, et al., Fusion Eng. Des.85, 1909-1912 (2010). [4] D. Zhang, et al., Fusion Eng. Des.86, 2508-2511 (2011).