

電気化学インピーダンス法による
液体金属鉛環境下 ZrO_2 及び Y_2O_3 被膜の健全性評価
**Integrity evaluation of ZrO_2 and Y_2O_3 layers in liquid Pb in-situ
by electrochemical impedance spectroscopy**

近藤正聡, 松村義人, 田中照也, 菱沼良光, 相良明男, 室賀健夫
Masatoshi KONDO, Yoshihito MATSUMURA, Teruya TANAKA, Yoshimitsu HISHINUMA,
Akio SAGARA, Takeo MUROGA
東工大先導原子力¹⁾, 東海大原子力²⁾, 核融合研³⁾
Tokyo Tech.-LANE¹⁾, Tokai Univ²⁾, NIFS³⁾

1. 緒言 核融合炉液体ブランケットシステムに関して、構造材料の耐食性向上や熱交換器内のトリウム移行制御は重要な課題である。これらの課題に対して、熱力学的に安定な酸化物(Y_2O_3 や ZrO_2)の被覆を応用した対策が検討されている。被覆の健全性をオンラインで評価する手法の開発が重要である。本研究の目的は、固体電解質センサーと電気化学インピーダンス法を同時に稼働させ、高温の液体金属環境下における機能性被覆の健全性をIn-situで評価する定常診断システムを開発する事である。核融合炉の液体増殖材や次世代型原子炉の冷却材として使用される鉛系合金(Pb-17LiやPb-Bi)の主成分である溶融鉛(Pb)の環境下において、予備酸化処理により形成させた $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{Y}$ および ZrO_2/Zr 被膜構造の健全性を電気化学的にin-situで評価した。

2. 実験条件 試験条件をTable1に示す。Y及びZrの円筒状試験片に対して、500℃の大気中で予備酸化処理を行った。この時、液体金属鉛浸漬用のサンプルの他に、酸化被膜組織分析用のサンプルに対しても同様の予備酸化試験を行った。酸化処理を施したZr試験片を溶融Pbに浸漬し、試験片表面が液体金属に接液した状態で試験片表面の電気化学インピーダンス解析を行った(Fig. 1)。この時の試験片の浸漬深さは20mmである。電気化学インピーダンス計測は、プリンス頓アプライドリサーチ社製PARSTATを用いて計測した。測定条件は、印加電圧 (10-)100 mV, 周波数1 MHz-0.1Hz (10 steps/decade)とした。また、溶存酸素ポテンシャルを固体電解質センサーにより測定した。Pb浸漬下インピーダンス測定試験と大気環境下酸化試験に使用した試験片は、試験後に表層断面の酸化膜組織を分析した。

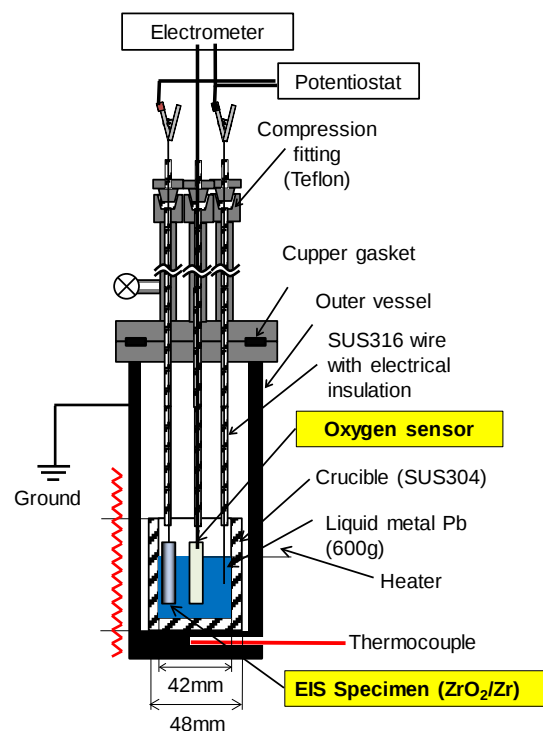


Fig. 1 液体金属鉛浸漬試験装置

3. 試験結果 大気環境下酸化試験後の試験片の重量増評価、体積膨張評価、概観観察、顕微鏡観察の結果から、Y試験片に比べZr試験片の方が形成する酸化被膜の組織が緻密で酸化腐食に対して高い耐性を有する事が分かった。また、予備酸化処理を施したZr試験片を液体Pb中に浸漬し電気化学インピーダンス測定を実施した結果、高温の液体金属Pb中においても緻密な組織を維持可能である事が分かった。

Table 1 大気環境下酸化試験と液体金属環境下浸漬試験の試験条件

	試験温度 (K)	試験時間 hours (Y sample)	試験時間 hours (Zr sample)
大気環境下酸化試験時間	773	357, 676, 1053	268, 645, 1192
液体金属環境下浸漬試験時間 (350 時間予備酸化処理後)	698	500 (to be operated)	458