1173K の鉛ビスマス環境下における ODS FeCrAl 合金の化学的挙動に関する研究
Chemical behaviors of ODS FeCrAl alloys in liquid lead bismuth eutectic stirred flow at 1173K

*小池 陽大 [1]，萩原 想大 [2]，近藤 正聡 [3]

[1] 東京科学大学工学院機械系, [2] 東京科学大学環境・社会理工学院原子核工学コース, [3] 東京科学大学総合研究院

1173K の液体鉛ビスマス共晶合金(LBE)の撹拌流動場における ODS-FeCrAl 合金 SP10 と 316L オーステナイト鋼の化学的共存性を調べた．316L 鋼は組織の深くまで LBE が侵入し腐食していた. 1273 K の大気中における予備酸化処理により α-Al_2O_3 を表面に形成させた SP10 は耐食性を示した.

キーワード： 液体鉛ビスマス共晶合金，ODS-FeCrAl 合金，水素製造，コロージョン，エロージョン

1. 緒言 液体鉛ビスマス共晶合金(LBE)は高速炉や太陽熱集光型発電システムの冷却材として期待されている．仮に冷却系の出口温度を 1173K まで加熱することができれば，発電システムに加え, Iodine-Sulfur (IS) 法の熱源としてカーボンフリー水素を得ることが可能となる.そこで，冷却システムの構造材料として使用される 316L オーステナイト鋼（Fe-16Cr-12Ni-2Mo）や，原子炉の事故耐性材料として開発が進められている ODS-FeCrAl 合金 SP10（Fe-14Cr-6Al）を対象として, 1173K の液体鉛ビスマス撹拌流動場腐食試験を行った．本研究の目的は 1173K の LBE 流動場における SP10 や 316L 鋼等の化学的共存性を明らかにすることである.

2. 実験方法 SP10 と 316L 鋼を短冊状試験片(17mm×8mm×1mm)に加工し鏡面研磨を行った．SP10 の試験片の一部には 1273K の大気中で 10 時間の予備酸化処理を施し，表面に α-Al_2O_3 を形成させた．図 1 に攪拌流動場試験装置を示す. Mo 製試験片ホルダーに 12 枚の試験片を装荷して，モリブデン(Mo)製の坩堝に充填した LBE 中に浸漬した．1173K の LBE 中において Mo 製インペラーを回転させて旋回流を作り試験片を 250 時間暴露した．試験後に取り出した試験片は,一部を除き酢酸混合溶液により洗浄し LBE を除去して質量の変化を測定した．その後，試験片の表面及び表層断面の金相観察・分析を行った.

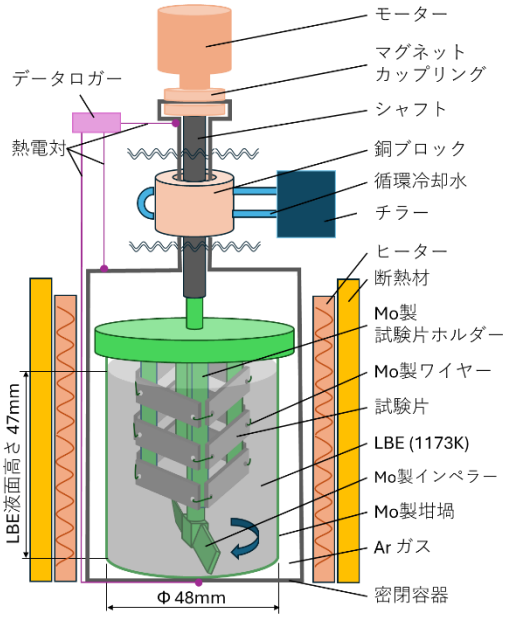

図1 LBE 攪拌流動試験装置.

3. 結果・考察 図 2 (a-c)に洗浄後の試験片の外観写真を示す．316L は表面が黒く変色していたが比較的滑らかな表面を保っていた．質量減少は約 1000 g/m^2 であった．予備酸化処理を施さなかった SP10 は試験片中央付近の厚さが 0.54mm 減少し， 表面には凹凸が発生していた．一方で， 予備酸化処理を施した SP10 は厚さの変化は無視できるほど小さかった．試験前後で重量を計測し比較したところ， SP10 は予備酸化しなかったものが 2050 g/m^2 の重量減少を示したのに対し，予備酸化処理を施したものは 8.9 g/m^2 の重量減少であった. 既往研究[2-3]と比較すると，316L 鋼，予備酸化処理を施さなかった SP10 は 1173K への温度の上昇によってより厳しい腐食が生じる事がわかった. 予備酸化処理を施した SP10 はそれほど大きな変化は無かった．これらより，予備酸化処理を施した ODS-FeCrAl 合金は 1173K の LBE 流動環境に対して耐食性を持つことが示唆された.

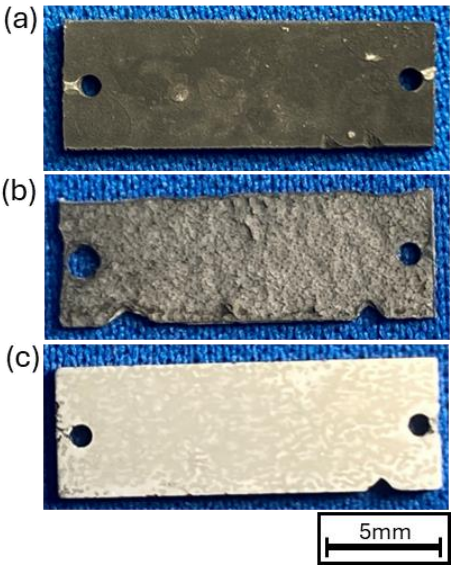

図 2 1173K の LBE 流動場腐食試験後（酢酸洗浄後）の試験片の写真．(a)316L, (b) SP10(予備酸化処理無し), (c) SP10 (予備酸化処理有り).

参考文献 [1] G. Benamati, et al., Temperature effect on the corrosion mechanism of austenitic and martensitic steels in lead-bismuth, Journal of Nuclear Materials. 301 (2002) 23-27, [2] Jun Lim et al., A study of early corrosion behaviors of FeCrAl alloys in liquid lead-bismuth eutectic environments, Journal of Nuclear Materials. 407 (2010) 205-210

*Yota Koike[1], Sota Hagiwara[1] and Masatoshi Kondo[1f]
[1]Institute of Science Tokyo.