# 原型炉用液体テストブランケットモジュールの検討
# (2) LiPb 自己冷却モジュールの MHD 圧損抑制界面技術に関する検討

Investigation of liquid test blanket module for DEMO reactor

(2) Evolution of interface technology for MHD pressure drop reduction in self-cooled LiPb TBM

*近藤 正聡[1], 西尾 龍乃介[2], 畑山 奨[2], 大野 直子[3], 田中 照也[4]

[1]東工大科学技術創成研究院, [2]東工大工学院機械系, [3]横浜国大, [4]核融合研

FeCrAl 合金が自己形成・修復する Al-rich 酸化被膜を、MHD 圧力損失抑制のための絶縁被覆として応用する事を検討した。磁場下液体金属環境下における MHD 実験の計画についても報告する。

キーワード:液体ブランケット、原型炉、MHD 圧力損失、FeCrAl 合金

## 1. 緒言

核融合原型炉運転後期での実施を想定して検討を進めている先進液体ブランケットの TBM 試験(図 1(a))では、図 1(b)に示すように液体鉛リチウム合金が磁場下を横切る際に生じる MHD 圧力損失を低減する技術が要求される。アルミナ($Al_2O_3$)は、高い電気抵抗率($4\times10^8$ Ω·m at 873K)を有しているため絶縁材料としても使われてきており、その被膜は MHD 圧力損失抑制のための絶縁被覆としても期待できる。$Al_2O_3$ のような Al rich 酸化被膜を高温条件で自己形成する FeCrAl 合金を図 1(c)に示すような TBM 流路内のインサーションとして使用する事ができれば、稼働中に被膜が破壊・剥離しても自己修復可能であるため、優れた共存性と信頼性を備えた MHD 圧力損失抑制技術となる。本研究の目的は、MHD 圧力損失抑制のための絶縁被覆として FeCrAl 合金が自己形成・修復する Al-rich 酸化被膜が有効であるか明らかにする事である。

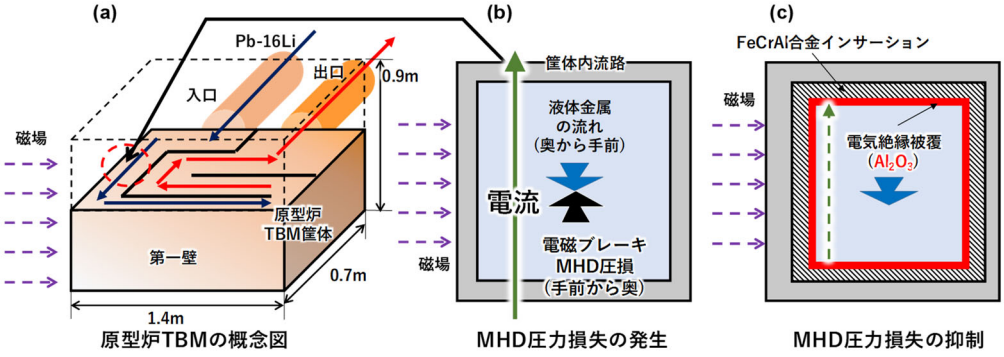


図 1 設計検討中の原型炉 TBM における FeCrAl 合金型インサーションの提案

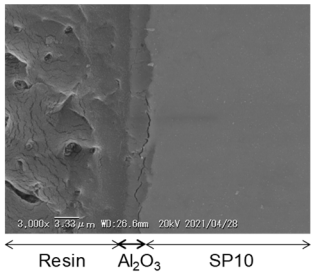


図 2 鉛リチウム攪拌流動場浸漬後の SP10(予備酸化処理)の表層断面 SEM 像

## 2. Al rich 酸化被膜と流動鉛リチウム合金との化学的共存性について

ODS ODS FeCrAl 合金(SP10, Fe-14.76Cr-6.4Al-0.5Ti-0.37Zr-0.47$Y_2O_3$-0.22Ex.O)の、高温酸化特性と液体増殖材との化学的共存性を調べた。1273Kの大気中における予備酸化処理(10 時間)により、合金表面に緻密な組織を有する α-$Al_2O_3$ 被膜が約 1-3μm 程度の厚さで形成する事がわかった。この予備酸化処理をした試験片を 873K の鉛リチウム攪拌流動場(流速約 10cm/s)に 1000 時間浸漬した結果、図 2 に示すように α-$Al_2O_3$ 被膜は最表面で $LiAlO_2$ を若干形成するものの、優れた共存性を示す事がわかった。予備酸化処理をせずに浸漬した場合には、$LiAlO_2$ が形成される事もわかった。

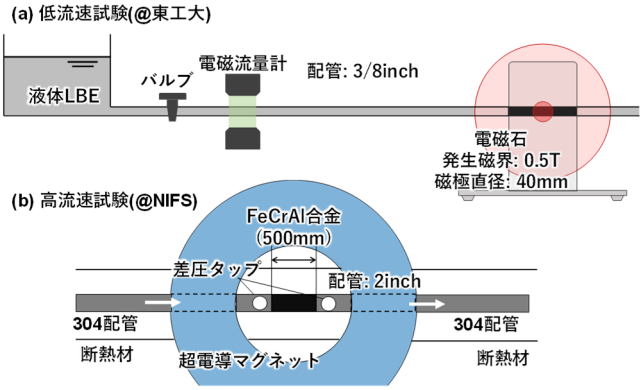


図 3 MHD 試験 (a)低流速試験、(b)高流速試験

## 3. Al rich 酸化被膜の絶縁性被覆としての機能について

FeCrAl 合金型インサーションの MHD 圧力損失抑制機能を調べるための実験計画を図 3(a), (b)に示す。まず、初めに 0.5T 程度の磁場下における鉛ビスマス試験を Re 数 5,000 から 20,000 の範囲で実施し、α-$Al_2O_3$ 被膜の有効性を検証する。その上で、核融合科学研究所の熱・物質流動ループ Oroshhi-2 と 3T マグネットを使用して鉛リチウム環境下の MHD 実験を行い、高 Re 数条件における α -$Al_2O_3$ 被膜等の有効性を明らかにする。

*Masatoshi Kondo[1], Ryunosuke Nishio[2], Susumu Hatakeyama[2], Naoko Oono[3] and Teruya Tanaka[4]
[1]Tokyo Tech IIR, [2]Tokyo Tech Department of Mechanical Engineering, [3]Yokohama Natl. Univ., [4]NIFS