

核融合炉の固体増殖ブランケットにおける フレッチングコロージョンに関する基礎的研究

Fundamental study on fretting corrosion of various materials in solid breeder blanket

*高橋 尚希¹, 近藤 正聡², 金 宰煥³, 中道 勝³

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量子科学技術研究開発機構核融合エネルギー部門

核融合 DEMO 炉の固体燃料増殖ブランケット内では, 冷却材の流動により振動する配管がトリチウム増殖材(Li_2TiO_3 微小球)と接触しながら連続的に振動する事でフレッチングコロージョンが生じる可能性がある。 Li_2TiO_3 や候補構造材である F82H 等を用いてフレッチング試験を実施し, 基礎的挙動を機構論的に調べた。

キーワード: 核融合, フレッチングコロージョン, 固体増殖ブランケット, 低放射化フェライト鋼

1. 緒言 核融合 DEMO 炉の燃料増殖ブランケットでは, F82H を構造材料とするブランケット管体中にトリチウム増殖材である Li_2TiO_3 が微小球の形で充填される。ブランケット内において冷却配管が流力振動すると, 微小球と配管壁の間にフレッチングコロージョンが発生する恐れがある。本研究では, 新たに製作したフレッチング腐食試験装置を用いて Li_2TiO_3 や F82H を含む様々な材料を対象とした予備的試験を室温・大気環境下で実施した。本研究の目的は, 基礎的なフレッチングコロージョン挙動を調べることである。

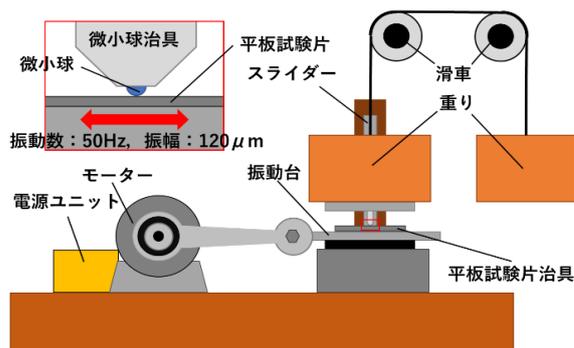


図 1. フレッチング腐食試験装置

2. 実験方法 図 1 に, 本研究で新たに製作したフレッチング腐食試験装置の構造を示す。室温の大気環境下において, 振幅 $120\mu\text{m}$, 振動数 50Hz で振動する平板試験片上に微小球を 4.9N 及び 2.0N の荷重を与えて点接触させた。試験時間は 1 分, 10 分, 300 分である。微小球材料には Li_2TiO_3 ($\phi 1.2\text{mm}$), Al_2O_3 ($\phi 1.0\text{mm}$), $304(\text{Fe}-18\text{Cr})$ ($\phi 1.0\text{mm}$), 平板試験片材料には $430(\text{Fe}-18\text{Cr})$, F82H($\text{Fe}-7.7\text{Cr}-1.94\text{W}$), Fe を用いた。試験後, 微小球および平板試験片上の擦過や酸化の状態を SEM/EDX により, 平板試験片表面の擦過痕の深さ等を分析した。

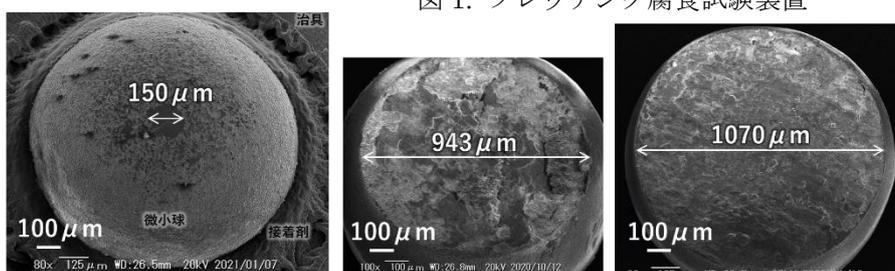


図 2. Li_2TiO_3 球/F82H(常温大気下, 荷重 4.9N)試験後の Li_2TiO_3 球
(a)1 分試験後 (b)10 分試験後 (c)300 試験後

3. 実験結果 図 2 は常温大気環境下において, 4.9N の荷重を加えながら水平方向に振動する F82H に接触させた Li_2TiO_3 球を SEM により撮影したものである。 Li_2TiO_3 球に大きな損傷が見

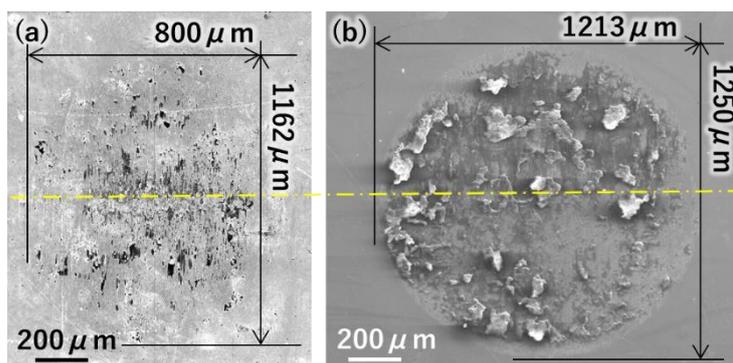


図 3. Li_2TiO_3 球/F82H(常温大気下, 荷重 4.9N)試験後の F82H 表面
(a)10 分試験後 (b)300 試験後

られた。1 分試験後の Li_2TiO_3 微小球の接所部には, 直径約 $150\mu\text{m}$ ほどの擦過痕が観察されたが, 化学組成の変化は見られなかった。図 3 は F82H 表面に形成された擦過痕を SEM によって観察した結果である。300 分試験の F82H 試験片上には最大深さ約 $40\mu\text{m}$ の擦過跡に加え, 平板試験片材料の酸化, 破損した Li_2TiO_3 片の付着が確認された。EDX による化学組成の分析から, Li_2TiO_3 球を用いた試験で発生したフレッチングデブリは Ti と O を主成分としており, 破損した Li_2TiO_3 である事が示唆された。304 微小球を用いた試験では, F82H 試験片上に深さ $30\mu\text{m}$ の擦過跡が見られ, フレッチングデブリは Fe や Cr の氧化物である事が分かった。
*Naoki Takahashi¹, Masatoshi Kondo², Kim Jae-Hwan³, Nakamichi Masaru³ ¹ Tokyo Institute of Technology, School of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Graduate Major in Nuclear Engineering, ² Tokyo Institute of Technology, Institute of Innovative Research, Laboratory for Advanced Nuclear Energy, ³ Quantum and Radiological Science and Technology