

ワイヤースペーサー型燃料被覆管の鉛ビスマス中腐食特性に関する基礎的研究 Fundamental study on corrosion characteristics of wire-wrapped fuel cladding in lead-bismuth eutectic

*仲保 雄平¹, Annette Heinzel², Alfons Weisenburger², 高橋 実³, 近藤 正聡³

¹東工大大学院, ²カールスルーエ工科大, ³東工大先導原子力研

高温鉛ビスマス共晶合金(LBE)中で 15-15Ti 鋼燃料被覆管を同材料でできたワイヤーに対し接触させ動かし、荷重負荷、振幅、浸漬時間、接触方向を変化させて材料損失を評価した。

キーワード: Lead-bismuth, Fretting, Corrosion Steel, Accelerator driven system

1. 緒言

欧州における加速器駆動型核変換炉(ADS)の研究開発計画 MYRRHA は 15-15Ti 鋼製のワイヤースペーサー型燃料被覆管を想定している。しかし LBE の流れにより燃料被覆管が振動しワイヤースペーサーと接触してフレットングを生じる可能性がある。フレットングが燃料被覆管に損傷を与えることが予想されるため、LBE 中でのフレットング試験が必要である。本研究では、LBE 中で 15-15Ti 鋼燃料被覆管を同材料でできたワイヤーに対し接触させて振動を起し、実験的にフレットングを模擬し、ワイヤースペーサーにおけるフレットングによる腐食挙動を明らかにした。

2. 実験装置と方法

荷重負荷、振幅、浸漬時間、接触方向をパラメータとしてフレットングと腐食の相互作用を確認する試験を行った。

実験装置は KIT が所有している FRETHME を用いて行った。試料は SCK-CEN に依頼し 15-15Ti 鋼を用いて被覆管チューブは直径 6.5 mm 厚さ 500 μm に加工し、ワイヤーは直径 1.8 mm に加工した。全ての試験は 400°C で行われ酸素濃度は 10⁻⁷ wt%、振動数は 10Hz に設定した。

荷重負荷は 20 N~100 N まで、振幅は 30 μm ~275 μm まで、浸漬時間は 300 h まで変化させ、3つの異なる接触角度を設けた。試験後は OM と SEM、表面粗さ計を用いて表面観察を、EDS を用いて定性、定量分析を行った。

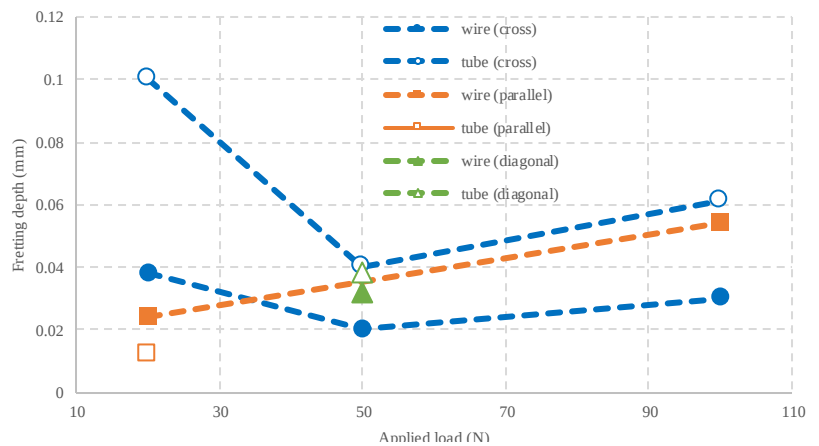


図1 振幅 150 μm のフレットング深さの荷重負荷依存性

3. 実験結果と考察

図1に浸漬時間 100 h における振幅 150 μm の損傷部の深さの荷重負荷依存性を示す。フレットング損傷は 20 N のとき最も大きくなった。これは低荷重と長振幅が損傷を軽減する働きをもつフレットングデブリを接触部から取り除いてしまうことに起因する。図2に 50 N, 150 μm , 直角方向の被覆管チューブ試料断面 SEM 画像を示す。高荷重によりフレットングデブリが接触部に留まり、圧縮され酸化物層が試料表面に形成されているのが確認できた。また局所的荷重により酸化物層に割れが生じていた。この酸化物スケールがフレットング損傷を軽減していると考えられる。

4 結論

接触方向によってフレットング損傷の振る舞いが異なった。低荷重長振幅のとき最もフレットング損傷が大きくなることが判明した。酸化物層がフレットング損傷を軽減していると考えられる。

参考文献

[1] M. Del Giacco, et al Journal of Nuclear Materials 432 (2012) 79-86

[2] M. Del Giacco, et al Journal of Nuclear Materials 450 (2014) 225-236

*Yuhei Nakabo¹, Annette Heinzel², Alfons Weisenburger², Minoru Takahashi¹, Masatoshi Kondo¹

¹Graduate School, Tokyo Tech., ²Karlsruhe Tech., ³Laboratory for Nuclear Energy(LANE), Tokyo Tech.

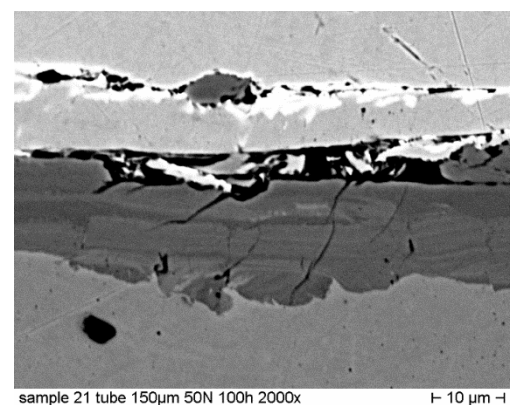


図2 試験後の試料断面 SEM 像