

フッ化水素を含む溶融 FLiNaK 塩中における構造材料の腐食機構の電気化学測定による解明

Electrochemical analysis on corrosion mechanisms for structural materials in molten FLiNaK salt containing hydrogen fluoride

*山崎 樂¹, 長坂 琢也^{1,2}, 八木 重郎³, 後藤 琢也⁴, 田中 照也^{1,2}, 渡邊 崇⁵, 相良 明男^{1,2}
¹総合研究大学院大学, ²核融合科学研究所, ³京都大学, ⁴同志社大学, ⁵電気通信大学

0.1-1 mol/m³ のフッ化水素 (HF) を含む溶融 FLiNaK (LiF-NaF-KF=46.5:11.5:42.0) 塩中へ, 純鉄を浸漬し, 電流-電位曲線を得た。曲線の解析により, 腐食の律速過程は, 純鉄表面近傍における FLiNaK 境界層中の HF の拡散と推定した。

キーワード: 溶融塩ブランケット, FLiNaK, フッ化水素, 腐食, 電気化学

1. 緒言

フッ化水素(HF)による構造材料の腐食は, 溶融塩ブランケットの寿命決定要因とされ, この環境を模擬した腐食試験が行われてきた[1-5]。ところが, その HF 濃度依存性については未だ明らかでなかった。そこで本研究では, 溶融塩表面の HF ガス分圧を変えることで溶融塩中の HF 濃度を制御し, ブランケット環境での構造材料の腐食機構推定を試みた。

2. 実験

著者らがこれまでに報告した 10 molHF/m³ の条件に加え, 0.1-1 molHF/m³ を含む 500°C の溶融 FLiNaK (LiF-NaF-KF =46.5:11.5:42.0) 塩中に, 低放射化フェライト鋼の基材を模擬する純鉄を浸漬し, 電流-電位曲線を得た。

3. 結果・考察

腐食電位での電流密度は, HF 濃度に伴い増加し, 腐食電位から負方向には, 電流値が一定かつ HF 濃度に正比例する領域が現れた(図1)。限界電流を想定した Butler-Volmer 式 [6] で, 電流-電位曲線を回帰分析することにより, 腐食電流密度とカソード限界電流とを得た。これらはそれぞれ, HF 濃度の 1/2 乗と 1 乗とに比例して増加することがわかった(図2)。

これらの挙動は, 拡散層厚さを一定とした場合のフィックの第一法則により説明でき, 腐食の律速過程が, 純鉄表面近傍における FLiNaK 境界層中の HF の拡散であることを示唆する。

参考文献

- [1] H. Nishimura et al., J. Nucl. Mater. 307-311 (2002) 1355-1359. [2] T. Nagasaka et al., J. Nucl. Mater. 368-388 (2009) 716-719.
 [3] M. Kondo et al., Fusion Eng. Des. 85 (2010) 1430-1436. [4] G. Yamazaki et al., Fusion Eng. Des. 136 (2018) 394-397.
 [5] G. Yamazaki et al, Plasma Fusion Res. 13 (2018) 3405079.
 [6] A. J. Bard and L. R. Faulkner, Electrochemical methods: Fundamentals and applications -2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc. (2001).

*Gaku YAMAZAKI¹, Takuya NAGASAKA^{1,2}, Juro YAGI³, Takuya GOTO⁴, Teruya TANAKA^{1,2}, Takashi WATANABE⁵, and Akio SAGARA^{1,2}

¹SOKENDAI, ²NIFS, ³Kyoto Univ., ⁴Doshisha Univ., ⁵UEC.

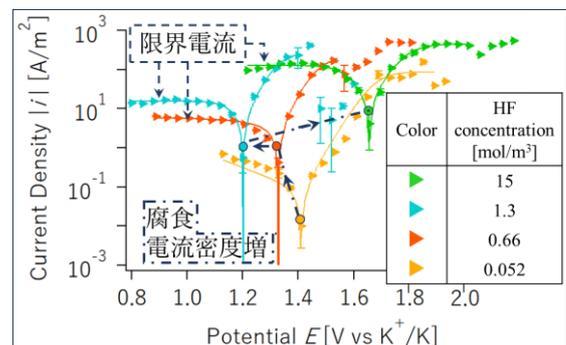


図1. HF濃度が異なる場合の純鉄の電流-電位測定と回帰分析結果(実線)。

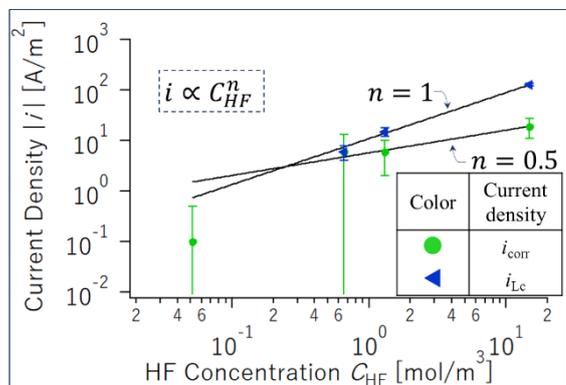


図2. 純鉄の腐食電流密度(i_{corr})およびカソード限界電流(i_{Lc})とFLiNaK中のHF濃度。