

溶融塩原子炉に関する基礎研究としての 溶融 FLiNaK 塩の Ni 基合金に対する腐食挙動

Corrosion behavior of Ni-based alloy in molten FLiNaK salt
as a fundamental research on Molten Salt Reactors

*小笠原 亨重¹, 関口 裕真¹, 寺井 隆幸¹, 河村 弘², 土谷 邦彦³, 渡邊 崇⁴

¹東京大学, ²千代田テクノロ, ³日本原子力研究開発機構, ⁴核融合科学研究所

溶融塩原子炉の基礎研究として、炉材料候補の Ni 基合金 (Inconel 600) の FLiNaK 溶融塩に対する腐食実験を行った。650℃で腐食を行ったあと、SEM/EDX、XRD および XPS による分析を行った。総じて、Cr と Fe の溶出が見られ、表面近傍に空孔が観察された。

キーワード：溶融塩原子炉、Ni 基合金、腐食、FLiNaK、炉材料

1. 緒言

次世代の新型原子炉の一つに溶融塩炉が考案されている[1]。液体燃料を用いることで炉構造の簡素化や燃料成型プロセスの省略、オンサイトでの燃料塩再処理などを可能とする[2]が、まだ基礎研究段階にある。本研究では、炉材料候補の Ni 基合金のフッ化物溶融塩に対する耐食性に関して実験に基づく分析を行った。

2. 実験

フッ化物溶融塩として LiF-NaF-KF 共晶塩(46.5-11.5-42.0mol%, FLiNaK) および酸化物イオンを多量に含む塩(Li₂O-FLiNaK, Li₂O は 0.1mol%または 10mol%)による腐食試験を実施した。腐食試験条件は、Ni 基合金として Inconel 600 相当合金を試料とし、He + 1% H₂ の還元性雰囲気中で 650℃にて 100 時間・500 時間とした。試験終了後、試料表面の塩を洗浄し、試料断面部を研磨した後、SEM/EDX による腐食深さ測定および元素分析を行うとともに、その他 XRD や XPS による表面定性分析を行った。

3. 結果・考察

Li₂O-FLiNaK を用いた腐食試験では溶融 FLiNaK 塩の異常な消失が観測されたため、100 時間で打ち切った。これは、酸化物イオンによる FLiNaK の蒸気圧上昇が原因と考えられる。

図 1 に試験後の Inconel 600 断面部の SEM/EDX 画像(FLiNaK: 650℃×500 時間)を、図 2 に腐食時間と腐食深さの関係を示す。この結果、FLiNaK による腐食により Cr や Fe の溶出および表面における Cr 化合物の付着を確認した。また、表面から数十 μm の領域に空孔が観察された。これは、主として水不純物によりフッ化物塩中で生成する HF との反応で Cr が溶出することにより、結晶構造を保てなくなった Ni が崩れるように溶融塩中に出た可能性が示唆される。一方、Li₂O-FLiNaK 腐食試験では腐食形態が異なっており、Cr 化合物が腐食層に浸潤していた。さらに、XRD では、表面付着物は LiCrO₂ と同定されたが、FLiNaK 腐食試験では結晶度の高い CrNi₃ 結晶相ピークが Li₂O-FLiNaK 腐食試験ではハローになっていた。当日は、XPS 分析結果を合わせて、報告する。

参考文献

- [1] DOE, U. S., et al, A technology roadmap for generation IV nuclear energy systems, In: Nuclear Energy Research Advisory Committee and the Generation IV International Forum, 2002, p. 1-3, 5-11, 33-37.
[2] 日本原子力学会, 溶融塩増殖炉—MSBR 研究の進歩と開発への展望—, 1981, p. 9.

*Koji Ogasawara¹, Yuma Sekiguchi¹, Takayuki Terai¹, Hiroshi Kawamura², Kunihiro Tsuchiya³, and Takashi Watanabe⁴

¹Univ. of Tokyo, ²Chiyoda Technol Corp., ³Japan Atomic Energy Agency, ⁴National Institute for Fusion Science

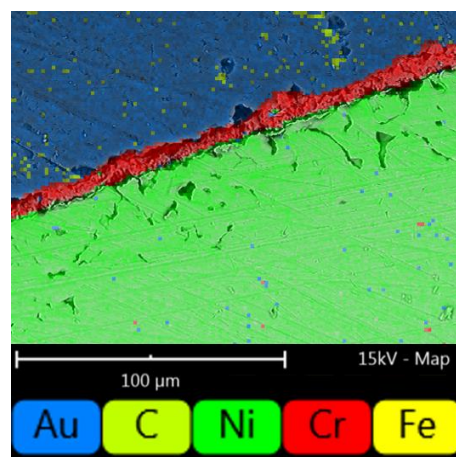


図 1 Inconel 600 断面部の SEM/EDX 画像

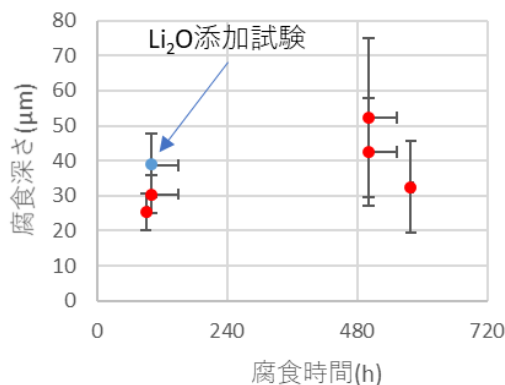


図 2 腐食時間と腐食深さの関係