

燃料デブリ取出しに伴い発生する廃棄物のフッ化技術を用いた分別方法の研究開発

(3) フッ化技術のための数値シミュレーション法の開発

Fluorination Method for Classification of the Waste Generated by Fuel Debris Removal

(3) Development of Numerical Simulation Model for Fluorination Method

*本間俊司¹, 渡邊大輔², 遠藤慶太²

¹埼玉大, ²日立 GE

燃料デブリを取出す際に発生する廃棄物をフッ素と反応させて核燃料物質を選択的に分離するプロセスの合理的な設計を目的とした数値シミュレーション法の開発について、これまでの成果および今後の課題を報告する。

キーワード：福島第一原子力発電所，模擬燃料デブリ，フッ化，数値シミュレーション

1. 結言 燃料デブリを取出す際に発生する廃棄物をフッ素と反応させて核燃料物質を選択的に分離する合理的なプロセスを設計するために反応および熱や物質の移動現象を再現する数値シミュレーションが必要である。本研究では、これまでに提案された二酸化ウランのフッ化反応モデル[1] (図 1) の適用可能性について検討した。

2. 方法 UO_2 粒子のフッ化反応モデルを用い、模擬デブリのフッ化試験 [2] の条件に合わせて試料ポートに充填された模擬デブリの温度変化を求めた。図 2 に試料に対する計算モデルを示す。 UO_2 粒子が均一に充填された状態からフッ化反応により粒子径が減少するとした。試料ポート内のフッ素濃度分布および温度分布はフッ素の移流拡散方程式およびエネルギー方程式を解いて求めた。フッ素の消費速度および反応熱は、これら方程式の生成項とし UO_2 粒子の反応速度から求めた。

3. 結果・考察 図 3 に試料ポート底面中心の温度の時間変化を示す。計算条件は、5g の UO_2 粉末を内径 28mm、深さ 18.5mm の試料ポートに装荷して行われた試験を元に設定した。反応開始後、実験と同様、温度が直線的に上昇した。実験では 630°C 付近で温度が最大となるが、計算では約 640°C まで上昇する。実験では最大温度をピークに温度は低下するが、計算では 30 分程度 640°C を維持している。温度の上昇および最大値を示す時刻がほぼ一致していることから、 UO_2 粒子のフッ化反応モデルの適用は妥当であると考えられる。一方、温度がピークに達した以降の挙動が異なるのは、除熱速度に問題があることを示唆しており、試料ポート内の気固反応モデルの見直し、解析対象を反応装置全体へ拡張するなどの改善が必要である。

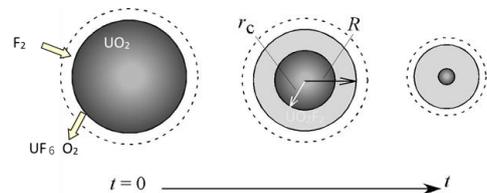


図 1 二酸化ウランのフッ化反応モデル

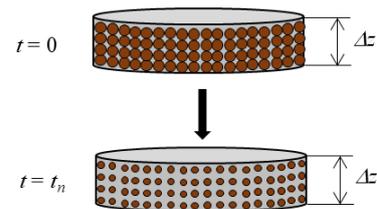


図 2 試料ポートの気固反応モデル

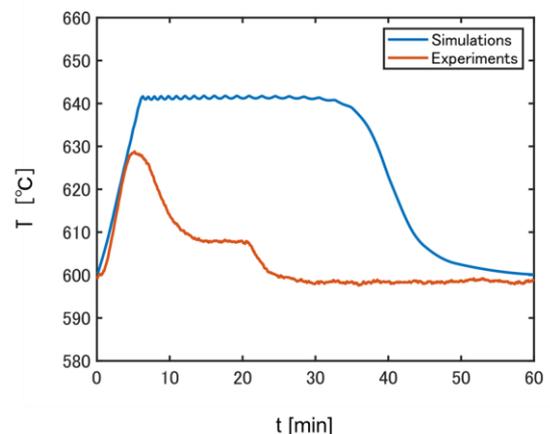


図 3 試料ポート底部の温度変化

本報告は、日本原子力研究開発機構からの受託事業として、日立 GE ニュークリア・エナジー (株) が実施した令和元年度「燃料デブリ取出しに伴い発生する廃棄物のフッ化技術を用いた分別方法の研究開発」の成果を含みます。

参考文献

[1] Homma, S. *et al.*, *J. Nucl. Sci. Technol.*, **45**, 823-827 (2008).

[2] 星野ら、日本原子力学会「2016年春の年会」予稿集 2I07 (2016).

*Shunji Homma¹, Daisuke Watanabe² and Keita Endo²

¹Saitama univ., ²Hitachi-GE.