フッ化法を用いた燃料デブリの安定化処理技術の開発
(21) 模擬デブリフッ化試験（その７）

Development of Fuel Debris Treatment Technology by the Fluorination Method

(21) Simulated Debris Fluorination Experiments（Part 7）

*遠藤 慶太[1]、星野 国義[1]、笹平 朗[1]、深澤 哲生[1]、近沢 孝弘[2]

[1]日立ＧＥ，[2]三菱マテリアル

高速増殖炉(FBR)や軽水炉(LWR)の重大事故によって発生する破損・溶融燃料含有物質（燃料デブリ）を、フッ化物揮発法を応用した方法で安定化処理する技術を開発中である。チェコ Research Centre Rez（RCR）にて実施した U 含有模擬デブリフッ化試験の結果について報告する。

キーワード：FBR、LWR、重大事故、燃料デブリ、フッ化、安定化処理、模擬デブリフッ化試験

1. 緒言

本研究の目的は、FBR 等の革新炉や LWR の重大事故で万一発生した場合の燃料デブリ及び福島第一原子力発電所の事故で生じた燃料デブリに対する安定化処理技術を開発することである[1]。RCR で実施する Pu 含有模擬デブリフッ化試験の前段階として、日本国内試験試料と同等の U 含有模擬デブリを用いたフッ化試験を同所にて実施し、日本国内試験と同様の結果が得られるかどうか確認した。

2. 実験

図 1 のような試験体系を構築し、UO_2-Fe 及び UO_2-ZrO_2 模擬デブリのフッ化試験を実施した。基本的な試験方法は日本と同様であるが、試料量や温度等の試験条件に多少の変更を加えている。フッ化反応で生じた揮発性フッ化物をコールドトラップ（CT）、不揮発性フッ化物を試料ボート内で回収し、供試した模擬デブリとそれら回収物の XRD 分析、ICP-MS/AES 分析等を実施し、各々のフッ化挙動を評価した。

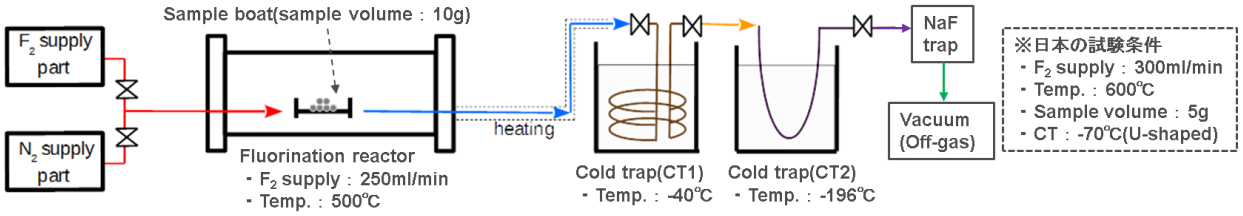

図1. チェコ RCR のフッ化試験体系

3. 結果・考察

RCR 及び日本の試験結果[2]を比較したものを表 1 に示す。試験前分析では両者試料ともに同様の性状を示すことを確認したが、RCR 試料においては試料が酸化される傾向が見られた。試験後分析では両者ともに U が 99%以上フッ化揮発し 91%以上が CT で回収されたこと、Fe 及び Zr が固体フッ化物として試料ボート内に残存したことを確認した。両者の試験条件や試験前試料性状に違いがあるものの、RCR でも日本国内試験と同様に、U を大部分の不純物から分離回収できる見通しを得た。本試験体系・方法は次の Pu 試験に反映し、Pu のフッ化挙動を詳細に評価する。

表1. フッ化試験結果の比較表

	模擬デブリ (mol%)	試験前性状	移行率* 元素	残渣	CT	計	フッ化残渣性状
チェコRCR	UO_2-Fe (50/50)	UO_2, Fe相の他、FeO相が検出	U	0.1	99.9	100	-
			Fe	95.3	4.5	99.8	FeF_3
	UO_2-ZrO_2 (50/50)	$(U_xZr_{1-x})O_2$固溶体の他、$UO_{2.34}$相が検出	U	～0	～100	～100	-
			Zr	86.9	0.5	87.4	ZrF_4
日本	UO_2-Fe (50/50)	UO_2, Fe相が検出	U	0.2	98.4	98.6	-
			Fe	102.7	1.6	104.2	FeF_3
	UO_2-ZrO_2 (50/50)	Uリッチ&Zrリッチの固溶体が存在	U	0.7	91.7	92.4	-
			Zr	96.1	0.0	96.1	ZrF_4

※移行率（wt%）＝$\frac{\text{残渣・CT回収物中元素量}}{\text{模擬デブリ中元素量}} \times 100$

参考文献； [1]深澤ら、日本原子力学会 2014 年春の年会 H56、[2]星野ら、日本原子力学会 2016 年春の年会 2I07

*Keita Endo[1], Kuniyoshi Hoshino[1], Akira Sasahira[1], Tetsuo Fukasawa[1], Takahiro Chikazawa[2]
[1]Hitachi-GE, [2]Mitsubishi Materials

本報告は、特別会計に関する法律（エネルギー対策特別会計）に基づく文部科学省からの受託事業として、日立 GE ニュークリア・エナジー(株)が実施した平成 28 年度「フッ化技術を用いた燃料デブリの安定化処理に関する研究開発」の成果です。