

取出した燃料デブリを乾式保管するための前処理にかかわる検討 -燃料デブリの形状に着目した乾燥特性の評価- Pre-treatment of defueling Fuel Debris for drying storage -Evaluation of Drying Characterization focused on form for Fuel Debris-

*鈴木誠矢, 岡村信生, 渡部雅之, 小泉健治
技術研究組合国際廃炉研究開発機構 (日本原子力研究開発機構)

取出した燃料デブリを中長期的に安定して保管するために、乾式による方法が検討されている。乾燥に時間を要することが予想される粉粒体について、模擬物質を用いて乾燥工程の検討に有益となる乾燥特性を取得し、粉粒体の粒径や乾燥前の含水状態などが乾燥特性に及ぼす影響を把握した。

キーワード：燃料デブリ, 乾式保管, 乾燥処理

1. 緒言

福島第一原子力発電所の廃炉作業において取り出される燃料デブリの処置方策は未定であるが、何れの方策が選定されても中長期にわたり保管されることが予想される。この際、スリーマイル島原子力発電所2号機での事故処理で実績のある乾式保管を適用する場合、残留水分の放射線分解により発生する水素によるリスクを低減するため、事前に乾燥処理を施して水分を可能な限り除去することが望ましい。このための乾燥プラントの設計や運転条件の選定には、燃料デブリの物理形状や材質などの因子と含水率や乾燥速度などとの関係を理解するための基礎データが重要となる。

本検討では、乾燥に時間を要する燃料デブリの物理形状を多孔質体又は粉粒体と想定し、材質が異なるこれらの形状の模擬体に関して基礎データを取得した。多孔質体に着目したこれまでの検討では、酸化物では材質の違いによる乾燥特性への影響は確認されなかったものの、セメントペーストは水和水の影響により完全に乾燥することが困難であることが判明している(2014~2015年度)^{[1][2]}。本報では粉粒体に着目し、材質や粒子径、含水状態などが乾燥特性へ与える影響について報告する。

2. 実験

平均粒子径を変化させた粉粒体を用いて、含水率が小さいケーキ状と大きいスラリー状の2種類の試料を準備した(表参照)。前者は水中に浮遊する粉粒体をフィルターで回収してある程度脱水した状態を、後者は吸引などで回収した粉粒体が収納缶の中で堆積した状態を想定した。含水試料は内径が10mm^φのSUS製坩堝で調整した後、熱重量測定装置にて坩堝ごと加熱しながら水分の蒸発による重量変化を測定し、得られたデータから乾燥特性を評価した。乾燥条件はHe掃気系で100, 200, 300℃とした。

3. 結果・考察

多孔質体と同様に、粉粒体についても酸化物では材質の違いによる顕著な影響はみられなかった。粒子径については含水状態や乾燥温度に依らず、平均粒子径1 μ mの試料のみ乾燥時間が長くなることを確認した。含水状態に関しては、同じ粒子径の粉粒体でもケーキ状よりスラリー状の方が大きい乾燥速度を示した。これは粉粒体の流動化の影響によるものであり、流動性が高い初期含水率の大きい状態から乾燥を開始することで効率的な乾燥が可能であると推察された。しかしながら、単位重量の乾燥した粉粒体を得るために要する時間を評価すると(図参照)、流動化の有無や平均粒子径の違いの影響はなく、さらに粉粒体と多孔質体の差もなく初期含水率のみに比例した。試料の形状や初期含水率により微細な構造に起因した乾燥速度の変化の履歴や最大値に違いは生じるものの、乾燥プラントの設計や運転で重要とされる初期含水率と乾燥に要する時間の関係が比例していること、並びにその勾配が乾燥温度のみの影響を受けることが示された。本試験は10mm程度の試料を用いた基礎的なものではあるが、燃料デブリの乾燥において供給される熱は試料の加熱および水の蒸発に費やされ、物理形状や材質の影響は小さいことが明らかになった。唯一、セメントペーストを含む場合は熱がセメントペーストの変性に用いられるため、酸化物と比べて乾燥速度は格段に落ちる傾向がみられた。

参考文献

- [1]. 仲吉ら, 燃料デブリの性状把握 (27'A) (11) 燃料デブリの含水・乾燥特性の評価, 2015年秋の大会 (2015)
[2]. 鈴木ら, 燃料デブリの性状把握 (28'A) (8) 燃料デブリの含水・乾燥特性の評価 (種々の燃料デブリを想定した材質について), 2016年秋の大会 (2016)

*Seiya SUZUKI, Nobuo OKAMURA, Masayuki WATANABE, Kenji KOIZUMI

International Research Institute for Nuclear Decommissioning (Japan Atomic Energy Agency)

本件は、IRIDが補助事業者として実施した平成26年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金(燃料デブリ性状把握・処置技術の開発)」に係る補助事業の成果の一部を取りまとめたものである。

表 粉粒体試料のパラメータ

材質	平均粒子径[μ m]	含水状態	
酸化物	ZrO ₂	1,10,30,100	
	SiO ₂	1,10,30	ケーキ状
	Al ₂ O ₃	1,10,30	又は
	UO ₂	100	スラリー状
セメントペースト	100		

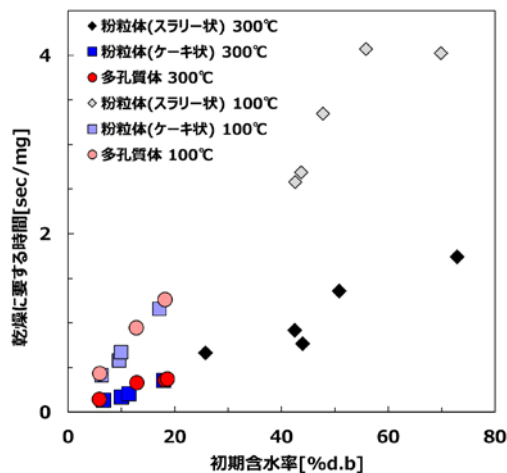


図 ZrO₂の乾燥に要する時間に対する形状および初期含水率の影響