

燃料デブリの臨界管理技術の開発

(54)水ガラス系中性子吸収材を被覆した燃料デブリの乾燥挙動の試験概要

Criticality control technique development for Fukushima Daiichi fuel debris

(54) Outline of study on the drying behavior of fuel debris covered with water glass based neutron absorber

*荒井 陽一^{1,2}, 鈴木 誠矢^{1,2}, 岡村 信生^{1,2}, 渡部 雅之^{1,2}, 川野 昌平^{1,3}, 川原田 義幸^{1,3}

¹IRID, ²日本原子力研究開発機構, ³東芝エネルギーシステムズ

福島第一原子力発電所の燃料デブリ取出し時の臨界防止用に、水ガラスを主成分として酸化ガドリニウムを混合した固化型非溶解性中性子吸収材(以下、水ガラス吸収材)の開発を進めている。燃料デブリ表面に水ガラス吸収材を被覆した状態での乾燥挙動への影響を評価するために実施した模擬試験体を用いた試験概要や予備検討に関して報告する。

キーワード：非溶解性中性子吸収材，燃料デブリ，乾燥特性曲線

1. 緒言

燃料デブリの取出し作業において再臨界防止は安全上重要な課題であり、中性子吸収材の開発を進めてきた。水ガラス吸収材は固化型非溶解性中性子吸収材の一種であり、水中の燃料デブリの表面に塗布し、徐々に粘性が増加して硬化に至る特性を有する[1,2]。燃料デブリは水冷状態にあり、また、多孔質体と想定されており[3]、水分を保持した状態で水ガラス吸収材を被覆する。水の放射線分解による水素発生を防ぐため、取出し作業後の燃料デブリは乾燥処理するが、燃料デブリに水ガラス吸収材が付着した状態においては、燃料デブリの乾燥を妨げる可能性が懸念されている。そこで、水ガラス吸収材の被覆が燃料デブリの乾燥挙動に与える影響の調査に着手した。本件では乾燥試験の概要と水ガラス吸収材自体の乾燥挙動を報告する。

2. 試験方法・結果

水ガラス吸収材は硬化するまでは流体であり、燃料デブリの粒子間に分散すると推察される。つまり、一部の燃料デブリは、その表面が完全に被覆された状態となると考えられる。また、燃料デブリは水冷状態であるため含水状態である。そこで、模擬燃料デブリを飽和まで含水させ、その表面を水ガラス吸収材で完全に覆う状態で乾燥試験に供することとした。図1に乾燥試験に供した試験体の構成を示す。ステンレス製坩堝は2重構造とし、1回目の乾燥試験後に坩堝の2重目を外した状態で再度乾燥試験に供することで、1回目の乾燥試験後に残存する水分の有無を確認することとした。水ガラス吸収材は水ガラス(ケイ酸ソーダ)と Gd_2O_3 、硬化材(セメント)、添加材(第一リン酸ナトリウム)の混合材を用いることとした。これらを 200 °C に 100 min 保持し熱重量分析を実施した。同様の手順で水ガラス吸収材のみに対して熱重量分析を実施した。得られた乾燥特性曲線を図2に示す。含水状態の多孔質セラミックスの乾燥挙動の特徴である定率乾燥期間(乾燥中盤に現れる乾燥速度が一定の期間)は認められず、水ガラス吸収材の乾燥メカニズムが異なると示唆された。そして、水ガラス吸収材中の特徴的な乾燥速度の変化は自由水や結合水が寄与したと推察される結果を得た。

謝辞 本件は、資源エネルギー庁『令和3年度開始「廃炉・汚染水対策事業費補助金(安全システムの開発(液体系・気体系システム、臨界管理技術))」』の成果の一部を取りまとめたものである。

参考文献 [1] 原子力学会秋の大会 3G03(2017), [2] 原子力学会秋の大会 1M18(2018), [3] EGG-TMI-7385 Rev. 1 (1987)

*Yoichi Arai^{1,2}, Suzuki Seiya^{1,2}, Nobuo Okamura^{1,2}, Masayuki Watanabe^{1,2}, Shohei Kawano^{1,3} and Yoshiyuki Kawaharada^{1,3}

¹IRID, ²Japan Atomic Energy Agency, ³Toshiba Energy Systems & Solutions.

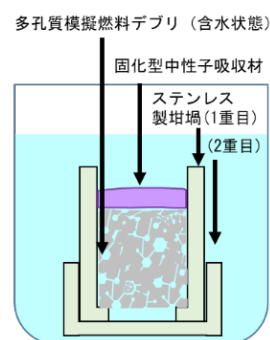


図1 乾燥試験に供した試験体の構成

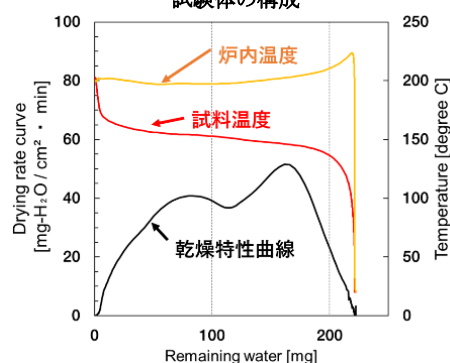


図2 水ガラス吸収材の乾燥特性曲線
試験体：水ガラス吸収材単体
(1mm厚、φ10mm)