

燃料デブリの臨界管理技術の開発

(25) 非溶解性中性子吸収材の耐ガンマ線照射性能評価

Criticality control technique development for Fukushima Daiichi fuel debris

(25) Evaluation of Gamma-ray Irradiation Resistance of Insoluble Neutron Absorber

*石橋 良¹, 藤田 敏之², 石井 一弥¹, 原田 康弘³

¹IRID (日立 GE), ²IRID (東芝), ³IRID (三菱重工)

福島第一原子力発電所(1F)-1/2/3号機での燃料デブリ取り出し時における臨界管理技術の一つとして、非溶解性中性子吸収材を用いた臨界防止技術を開発しており、耐ガンマ線照射性能の評価結果を報告する。

キーワード：福島第一原子力発電所事故，燃料デブリ，中性子吸収材，臨界防止，ガンマ線照射

1. 緒言

1F-1/2/3号機廃炉に向けて、燃料デブリを安全に取り出すため、炉内作業時の臨界管理技術としてほう素(B)、ガドリニウム(Gd)等の熱中性子吸収断面積の大きな元素を含んだ非溶解性の固体、固化体又は粘性体(非溶解性中性子吸収材)を用いた臨界防止技術を検討している^{1,2)}。候補材の選定を目的に、ガンマ線照射性能を評価し、炉内の放射線に晒されることにより、非溶解性中性子吸収材としての機能を果さない、又は、構造材の健全性あるいは作業の安全性に影響する可能性がないか検討した。

2. ガンマ線照射性能評価

種々の非溶解性中性子吸収材候補に対して、コバルト線源からのガンマ線により、[気中照射] 気中で線量率 10 kGy/h 照射時間最大 720 h (一部 1000 h)、及び、[水中照射] 200 倍希釈人工海水中に浸漬して内部を窒素ガスにより充填した密閉容器内(気相/液相容積比 1:1) で線量率 8.0~9.7 kGy/h 照射時間 720 h の照射試験を実施した。気中照射では、試験片の外観、硬さ(粘度)、80℃200 倍希釈人工海水中で 72 h 浸漬した際の溶出特性を評価した。水中照射では、水素等のガス発生、溶出成分、試験片の外観を評価した。なお、図 1 及び図 2 において、前報^{1,2)}の評価材を改良したものを改良材と表記した。

3. 結果と考察

3-1. 気中照射

粘性体では固化するものがみられたが、特性変化は限定的であった。代表例として、溶出試験液の pH を図 1 に示す。セメント/Gd₂O₃造粒粉材及び B₄C ゲル材を除き、中性から弱アルカリ性の範囲(pH6~9)にあり、中和が不要なレベルであるため、冷却水 pH 制御への影響は小さいと考えられる。

3-2. 水中照射

代表例として、水の放射線分解による水素分子の収率(G 値(n/100 eV))を用いて評価した結果を図 2 に示す。試験片からの溶出成分が影響して G 値に差異がみられるものの、いずれの G 値も純水の理論値 0.45 よりも低く、吸収材のない場合に比べて顕著な上昇はみられない評価結果を得た。

謝辞 本件は、資源エネルギー庁『平成 26 年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金(燃料デブリ臨界管理技術の開発)」』の成果の一部を取りまとめたものである。さらに、文部科学省の先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業により国立研究開発法人日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所のガンマ線照射設備を利用して得られた成果の一部である。

参考文献

- [1] 石橋, 瀬尾, 原田, 大山, 永野, 日本原子力学会 2015 年秋の大会予稿集, pp.42, (2015)
 [2] 瀬尾, 石橋, 原田, 大山, 永野, 日本原子力学会 2015 年秋の大会予稿集, pp.43, (2015)

*Ryo Ishibashi¹, Toshiyuki Fujita², Kazuya Ishii¹, and Yasuhiro Harada³

¹International Research Institute for Nuclear Decommissioning (IRID) (Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.), ²IRID (Toshiba, Co.),

³IRID (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.)

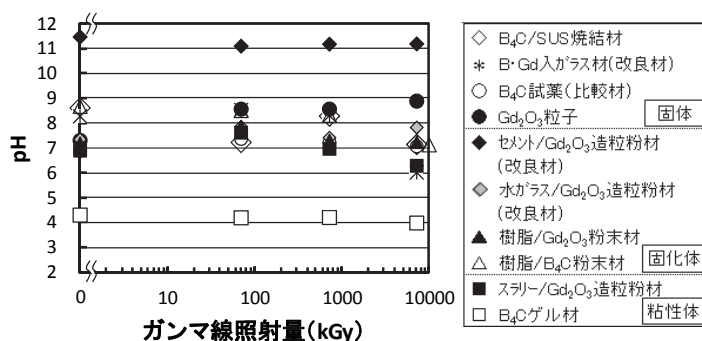


図 1 200 倍希釈人工海水中溶出試験液の pH 測定結果 (試験温度 80℃、浸漬時間 72 h)

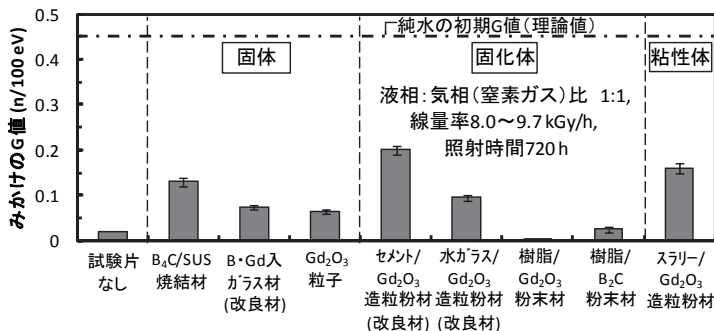


図 2 ガンマ線照射による水素ガスのみかけの G 値の評価結果 (200 倍希釈人工海水、照射時間 720 h)