エポキシ樹脂等に対する模擬 α 線照射及び γ 線照射による ガス発生挙動と劣化挙動の評価

Evaluation of gas generation and deterioration behaviors due to alpha-particle simulated and gamma-ray irradiations for polymer materials

山下真一郎 酒井卓郎 石川法人 佐藤智則 熊谷友多 井岡郁夫
Shinichiro YAMASHITA Takuro SAKAI Norito ISHIKAWA Tomonori SATO Yuta KUMAGAI Ikuo IOKA
阿部陽介 渡部創 石島暖大
Yosuke ABE So WATANABE Masahiro ISHIJIMA

日本原子力研究開発機構

(概要)

平成 29 年 6 月 6 日に、日本原子力研究開発機構 大洗研究開発センターの燃料研究棟において、核燃料物質を収納した容器の破裂に伴う内部被ばく事故が発生した。この事故は、照射試験済みの核燃料物質（以下、使用済み核燃料）がエポキシ樹脂で包埋された状態で長期間保管されていた事に起因し、使用済み核燃料放出された放射線によるエポキシ樹脂からのガス発生と、使用済み核燃料を収納していたポリ容器やビニルバックの劣化が原因の 1 つに挙げられている。

本研究では、内部被ばく事故の原因究明の一環として、使用済み核燃料から放出される α 線及び γ 線照射に伴うエポキシ樹脂やポリエチレンからの発生ガス種の分析及び定量化を実施するとともに、ガンマ線照射に伴うポリエチレンやビニルバックの劣化の評価を行った。

キーワード：内部被ばく事故、原因究明、エポキシ樹脂、ポリエチレン、ビニルバック、 α 線照射、 γ 線照射

1. 目的

平成 29 年 6 月 6 日に、日本原子力研究開発機構 大洗研究開発センターの燃料研究棟（以下、JAEA 大洗燃研棟と記載）において、核燃料物質を収納した容器の破裂に伴う内部被ばく事故が発生した。本研究では、内部被ばく事故の原因究明の一環として、使用済み核燃料から放出される α 線及びガンマ線照射に伴うエポキシ樹脂やポリエチレンからのガス発生挙動に関する知見の取得を目的に、エポキシ樹脂及びポリエチレンに対する He イオン照射試験と照射試験後の発生ガス種の分析、定量化を実施する。また、 γ 線照射に伴うポリエチレンやビニルバックの劣化について、照射前後の外観観察や引張試験により劣化の程度を評価する。

2. 実施方法

エポキシ樹脂及びポリエチレンへの α 線照射の影響を推定するために、各サンプルに He イオン照射を行い、発生するガスの種類及び発生量を測定する。また、ビニルバック、ポリエチレン、エポキシ樹脂に関して、 γ 線照射を行い、外観や引張試験による劣化評価を行う。

3. 結果及び考察、今後の展開等

エポキシ樹脂の模擬 α 線照射による G 値（ガス発生量）の検証試験から、①ヘリウムイオン照射により発生するガスの大半は水素であること、②水素ガス発生量としては、エポキシ樹脂に対して $1.9 \times 10^{-8} \text{mol/J}$ であり、この値を G 値に換算すると 0.18 となり、当該容器内で発生した水素量は標準状態で 15L となること、を確認した。また、エポキシ樹脂の γ 線照射による G 値（ガス発生量）の検証試験から、エポキシ樹脂の γ 線照射による水素ガス発生量として予備照射ありでは $1.5 \times 10^{-8} \text{mol/J}$ 、なしでは、 $1.2 \times 10^{-8} \text{mol/J}$ が得られ、このことから、高い方の値が得られた予備照射ありの場合を仮定すると、200kGy の γ 線照射でエポキシ樹脂 1kg あたり 70mL の水素が発生すると推定した（報告書からの一部内容抜粋）。

4. 引用(参照)文献等

[1] 日本原子力研究開発機構大洗研究開発センター「燃料研究棟」における作業員の汚染、被ばく事故について（原対第 78 号）に関する報告書