燃料デブリ探査のためのバブルディテクターの中性子照射試験

Neutron irradiation test of bubble detector for fuel debris detections

*寺島 顕一[1]，松村 太伊知[1]，冠城 雅晃[1]，坂本 雅洋[1]，Eka Sapta Riyana[1]，奥村 啓介[1]

[1]JAEA

バブルディテクター(BD)は、ガンマ線に不感な中性子積算線量計である。よって、場所ごとにガンマ線や中性子線強度が異なる福島第一原子力発電所(1F)の格納容器内や、取り出し燃料デブリの直近などでも使用可能と期待される。そこで、BD を 1F 現場での燃料デブリ検知や燃料デブリ特性評価に適用するため、中性子照射による基礎データを取得した。

キーワード：バブルディテクター，福島第一原子力発電所，燃料デブリ，中性子検出，中性子積算線量計

1. 緒言

福島第一原子力発電所(1F)の燃料デブリを検知する手法の 1 つとして、自発核分裂、誘起核分裂、または(α,n)反応に起因する中性子を検出する方法が考えられる。しかし、燃料デブリの性状や適用場所に応じて、バックグラウンドガンマ線や中性子線の強度は大きく変わることが予想され、事前のガンマ線遮蔽の最適化は困難である。バブルディテクター(BD)は、中性子照射により発生する気泡数から中性子積算線量を計測するものであり、ガンマ線に不感、小型、軽量、電源・ケーブル不要、目視確認が可能といった特長を有する[1]。また、極少の中性子線場でも、照射時間を長く設定することにより検出できる可能性がある。そこで、BD の 1 F 現場への適用性を評価するため、BD の中性子照射試験を行い、照射条件に依存した基礎データを取得した。本発表では、本試験で得られた結果を踏まえて、1 F 現場への適用性について報告する。

2. 照射試験

照射試験で用いた BD は Bubble Technology Industries 社製の速中性子用 BD (BD-PND)である。中性子照射は原子力科学研究所の放射線標準施設(FRS)にて、^{252}Cf を線源として実施した。図 1 に 2 本の BD-PND に速中性子を照射した結果を示す。「F08」と「F11」は、BD-PND の製造時期の違いであり、ロットにより多少のバブル発生感度の違いが見られ、正確な計測には事前の校正が必要である。BD-PND と線源との距離は 100 cm で固定し、30 分の照射を 2 回、その後 60 分の照射を 3 回行った。バブル数の確認には各照射後に角度を変えて複数枚撮影した写真を使用した。図 1 の結果から積算フルエンスとバブル数には明らかな相関があることが分かる。また、100 n/cm^2/s 程度の極めてわずかな速中性子場であっても、約 20～30 分ほどで有意な中性子を検出できる見込みがある。照射試験中には動画撮影も行い、バブルの発生を随時観察できることを確認した。カメラノイズが多い 1Sv/h 以上の環境では、随時測定は難しいかもしれないが、僅かな中性子発生の有無を確認する場合には、BD の利用は十分に有効と考えられる。

3. 結論

1F 適用性評価のための基礎試験を行い、わずかな中性子場でも約 20～30 分ほどで中性子を検出できる見込みを得た。

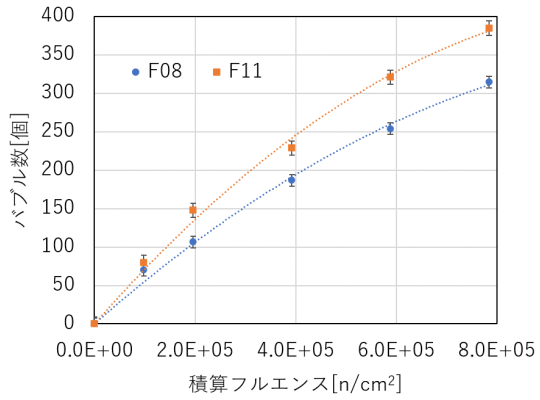


図 1 中性子の積算フルエンスに対するバブル数

参考文献

[1] 小泉勝三 “気泡検出器—開発の歴史，原理，特性とその応用—” 保険物理, 27, pp.157-166, (1992).

*Kenichi Terashima[1], Taichi Matsumura[1], Masaaki Kaburagi[1], Masahiro Sakamoto[1], Eka Sapta Riyana[1] and Keisuke Okumura[1]

[1]JAEA