

γ線・中性子を効率的に遮蔽できる放射線遮蔽体の開発検討

High efficient gamma and neutron shielding using Gd₂O₂S

*中山 幸一¹, 日塔 光一², 福田 幸洋³, 宮寺 晴夫¹, 園田 幸夫²

¹東芝エネルギーシステムズ, ²東芝テクニカルサービスインターナショナル, ³東芝マテリアル

γ線・中性子の両方を従来よりも効率良く遮蔽できる遮蔽体の開発検討を行った。一般的なγ線遮蔽用の重量コンクリートよりも高い密度で、かつ熱中性子吸収断面積が全元素で最も大きいガドリニウムの化合物を用いた遮蔽体を試作した。

キーワード：放射線、γ線、中性子、遮蔽体、ガドリニウム化合物、GOS、シンチレータ

1. 緒言

原子力関連施設や加速器、ラジオアイソトープ線源、放射性廃棄物等から発生する放射線の遮蔽は、それらを利用する際の安心・安全を確保する上で重要な項目である。γ線・中性子は、それぞれ遮蔽が必要となる放射線であるが、元素や同位体毎に遮蔽特性が異なっている。このため従来は、γ線・中性子に対し、それぞれ異なる材料で遮蔽を行っており、大きな容積を必要としていた。そこで我々は、γ線・中性子の両方に高い遮蔽効果を持つガドリニウム化合物を材料に用いた遮蔽体の検討を行った。本報告では、遮蔽体の試作結果を中心に紹介する。

2. 遮蔽体材料の検討

まず初めに、熱中性子に対する吸収断面積が全元素で最も大きいガドリニウムを遮蔽体材料に用いることを検討する。ガドリニウムの原子番号は 64 であり、重量コンクリートの材料で用いられる鉄の原子番号 26 よりも大きく、原子番号のべき乗に比例して反応するγ線に対する遮蔽効果も大きい。今回使用するガドリニウム化合物は、シンチレータとしても用いられる Gd₂O₂S (略称 GOS) であり、加工時にHIP処理した密度は 7.33g/cm³ で鉄の 7.85g/cm³ に近い。この GOS を材料に用いた遮蔽体を検討し、コンクリートタイプおよび樹脂タイプ、2種類の遮蔽体を試作した。

3. 試作結果と今後の計画

図1が試作したコンクリートタイプの遮蔽体と紫外光による発光例である。放射線に反応し発光する特性を有している。ポルトランドセメント、GOS粉末、水をよく混ぜ合わせた上で、粗骨材としてのGOS片を加えてよく混ぜ合わせ、型に詰めて固めたものである。サイズは6.7cm×6.7cm×4.3cm、GOSの割合は67.6%、比重は4.81~4.96であり、一般のコンクリート骨材に用いられる砂や砂利、鉱物の代わりにGOSセラミックを用いることで比重を高く製作できる。これに加え、アルカリシリカ反応による劣化が起こらないという特性も有している。図2はセメントの代わりにエポキシ樹脂で試作した樹脂タイプの遮蔽体であり、放射線透過試験用にステップウェッジとしている。今後は、試作した遮蔽体の基礎特性試験として、中性子照射試験、発光特性試験、および材料特性試験等を実施予定である。

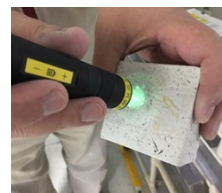


図1 コンクリートタイプ遮蔽体の試作例

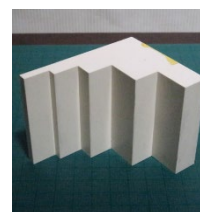


図2 樹脂タイプ遮蔽体の試作例

*Kohichi Nakayama¹, Koichi Nittoh², Yukihiro Fukuta³, Haruo Miyadera¹ and Yukio Sonoda²

¹Toshiba Energy Systems & Solutions Corp., ²Toshiba Technical Services International Corp. and ³Toshiba Materials Corp.