

鉛ビスマス合金中に生成されるポロニウムの挙動に関する研究

Study on Polonium Behavior Produced in Lead Bismuth Eutectic

小原 徹¹⁾

Toru OBARA

山沢 雄¹⁾

Yu Yamazawa

竹澤宏樹¹⁾

Hiroki TAKEZAWA

¹⁾東京工業大学

鉛ビスマス合金中に中性子照射をした際に生じるポロニウムの挙動を調べるため JRR-4 を用いて中性子照射を行った。照射の結果、適切な量のポロニウムが鉛ビスマス内で生成されたことが金線による中性子測定によって確認された。

キーワード：鉛ビスマス合金、中性子照射、ポロニウム、JRR-4

1. 目的

鉛ビスマス合金は低融点、高沸点、水や空気に対して化学的に安定等の性質があり、次世代の高速炉の冷却材や加速器駆動未臨界炉のターゲット及び冷却材としての利用が期待されている。実用化の課題としては、中性子照射によって発生する α 線放出核種であるポロニウム 210 の生成がある。このポロニウムの対策技術を確認するためには鉛ビスマス合金内で生成されたポロニウムの特性を知ることが必要であり、これまでの実験により基礎的な知見が得られた^(1,2)。本研究では、鉛ビスマス中で発生するポロニウムの金属表面への付着・放出特性実験を行うために、鉛ビスマスへの中性子照射実験を行った。

2. 方法

中性子照射のため 1 個 1g の鉛ビスマス試料 25 個（計 25g）を、マッフル型電気炉を用いて高純度鉛及びビスマスを溶融することで作成した。ビスマスの重量割合は 55.5%とし、電気炉の内部を水素還元雰囲気とすることで鉛ビスマス中の酸素濃度を 0.005wt%以下とした。中性子照射は、日本原子力研究機構 JRR-4 の中性子ビーム設備を用いた。試料はポリエチレン容器に封入して照射口中心壁面に設置し、照射モードは熱中性子モード I とし、3.5MW 運転で 6 時間照射した。試料周辺に約 5mg の金線試料をおき、照射熱中性子フルエンスを測定することで、鉛ビスマス中の生成ポロニウム量を評価した。

3. 研究成果

金線による放射化量測定の結果、鉛ビスマスに照射された熱中性子のフルエンスは、照射位置により最大で $8.0 \times 10^{13} \text{n/cm}^2$ 、最小で $2.4 \times 10^{13} \text{n/cm}^2$ と求められた。これをもとに、鉛ビスマス中に生成されるポロニウム 210 の数密度を評価したところ、照射後約 25 日後に最大 $5.1 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$ となり、その後減少することが確かめられた。また同時に生成されるビスマス 210 の放射能を合わせた比放射能は、照射後 50 日後まで急激に減少して最も比放射能の大きい試料で約 260Bq/g となり、その後ゆるやかに減少することが確かめられた。

4. 結論・考察

金線による放射化測定により、鉛ビスマスへの中性子照射が適量行われたことが確かめられた。得られた結果より、照射後 50 日以上冷却した後付着・放出実験に使用するのが適切であることが明らかになった。引き続き本照射鉛ビスマス試料を用いてポロニウムの付着・放出実験を実施する。

5. 引用(参照)文献等

- (1) Toru Obara, Terumitsu Miura, Hiroshi Sekimoto, "Development of Polonium Surface Contamination Measure in Lead-Bismuth Eutectic Coolant," *Progress in Nuclear Energy*, 47 [1-4], 577-585 (2005).
- (2) T. Obara, T. Mirura, H. Sekimoto, "Fundamental study of Polonium Contamination by Neutron Irradiated Lead-Bismuth Eutectic," *Journal of Nuclear Materials*, 343 [1-3], 297-301 (2005).