

原子炉内中性子による放射化量導出における試料位置の影響評価

The Evaluation of Sample Position Effect on Activation by Reactor Neutrons

*高山 直毅¹, 原田 秀郎¹, 米田 政夫¹

¹ 日本原子力研究開発機構

原子炉内中性子による放射化量を高精度に決定するための基礎研究として、JRR-3 の HR-1 照射孔における中性子束の照射位置依存性を、MVP-3 を用いて計算した。計算結果に基づき、照射試料と中性子束をモニターするための金属箔との位置のずれが、放射化量導出に与える影響を評価した。この結果、熱外中性子成分について有意な効果が確認された。放射化量評価や中性子断面積導出に与える影響について議論する。

キーワード：JRR-3, 放射化実験, 中性子束, 熱中性子, 熱外中性子, モンテカルロ計算

1. 緒言

放射化実験において、中性子束の決定精度は放射化量の測定精度を決定する主要因の1つである。しかしながら、原子炉を利用した放射化実験では、照射カプセル内径が 3cm 程度と小さいために、同じカプセル内に装荷した照射試料と中性子束モニター用放射化箔の照射位置の違いによる中性子束の差は無視されることが多くあった。本研究では、原子炉内中性子による放射化量を高精度に決定するための基礎研究として、照射カプセル内の中性子束勾配の影響を定量的に評価することを目的とした。先駆的研究として、KUR の PN-2 照射設備の照射カプセルにおける中性子束勾配に関する松下氏らによる実験的研究がある[1]。

本研究では、放射化分析や断面積測定に用いられる JRR-3 の HR-1 照射設備を対象に、これまで詳細に検討されてこなかった照射カプセル内の中性子束勾配の影響を、詳細な核計算を可能とする連続エネルギーモンテカルロコード MVP-3[2]を適用して評価した。

2. 計算条件

MVP-3 の計算に用いた JRR-3 における炉心と HR-1 照射設備の位置関係を図 1 に示す。照射カプセルは炉心表面から 15 cm 離れた位置にあり、試料を装荷可能な領域として直径 2.6 cm、高さ 10 cm の空間が存在する。計算では、照射カプセル内に、長さ 2.2 cm、厚さ 0.8 cm、高さ 9 cm の中性子束を計算する領域を炉心表面に垂直となるよう設置し、長さ方向（図中の R 方向）について 2 mm 間隔で分割した 11 領域の中性子束から勾配を評価した。なお、MVP-3 を用いた中性子輸送計算には、核データライブラリに JENDL-4.0[3]を利用した。

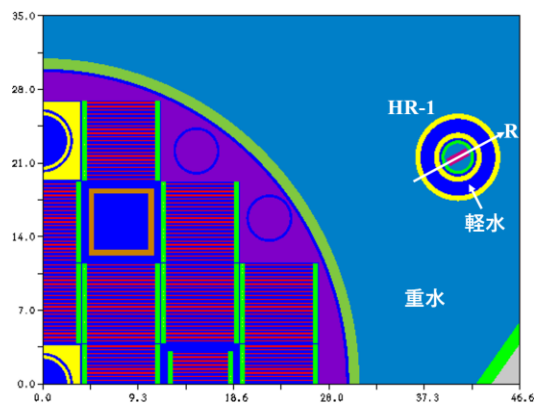


図 1 JRR-3 計算体系

3. 結果

HR-1 照射設備の照射カプセル内部における、R 方向の熱外中性子束 (≥ 0.5 eV) の変化を図 2 に示す。中性子束勾配は平均 8%/cm であり、照射試料と中性子束モニターの位置が例えば 4 mm ずれる場合、熱外中性子束に 3%の影響を与えるという知見を得た。発表では放射化量の決定に与える影響評価を含め報告する。

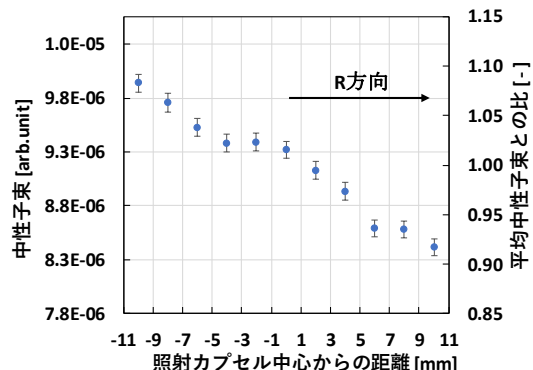


図 2 HR-1 照射孔の中性子束変化(≥ 0.5 eV)

参考文献

- [1] 放射化分析研究会：“放射化分析”，6, 7-12 (1997).
- [2] Y. Nagaya, et. al., JAEA-Data/Code 2016-018 (2017).
- [3] K. Shibata, J. Nucl. Sci. Technol. 48(1), 1-30 (2011).

*Naoki Takayama¹, Hideo Harada¹ and Komeda Masao¹

¹JAEA.