

MA サンプル照射試験解析における中性子照射場に係る燃焼感度係数の計算

A Calculation of Burnup Sensitivity Coefficients Related to the Neutron Field in MA Sample Irradiation

Test Data Analysis

*杉野 和輝¹, 沼田 一幸¹, 石川 眞¹, 竹田 敏一²

¹ 日本原子力研究開発機構, ² 福井大学

MA サンプル照射試験データの解析では、一般に、ドシメータデータを用いて照射期間中の平均中性子束の規格化を行うことにより解析精度の向上を図っている。そのような場合、通常の一般化摂動論により得られる燃焼感度係数に対して相応の補正が必要となる。そこで、燃焼感度係数に中性子束の規格化の効果を反映させるための新たな補正方法を導出した。また、新たに得られた燃焼感度係数と JENDL-4.0 に基づく断面積共分散データから中性子照射場に係る不確かさを評価した。

キーワード: MA サンプル, ドシメータ, 燃焼感度係数, 一般化摂動論, 不確かさ評価, JENDL-4.0

1. 中性子照射場に係る燃焼感度係数の補正方法

MA サンプル照射試験解析における燃焼感度係数は、MA サンプルの直接的な燃焼に係る数密度項と、中性子照射場に係る中性子束項と出力規格化項から構成されるが、本件では後二者に着目する。

燃焼計算において U-235 等のドシメータデータを用いて中性子束の規格化を行った場合、通常の一般化摂動論により得られる規格化前の燃焼感度係数に対して相応の補正が必要となる。今、規格化前後の照射後 MA サンプル中のある原子数比（例えば、Am-241 サンプルの Am-242m/Am-241）を C_{MA} 及び \tilde{C}_{MA} 、それらの中性子束に対する感度を α 、規格化前後の照射後 U-235 ドシメータ中のある原子数（例えば、Cs-137）を C_{Dos} 及び \tilde{C}_{Dos} 、それらの中性子束に対する感度を β とすると、次の関係式が成立する。

$$\left(\tilde{C}_{MA}/C_{MA}\right)^{1/\alpha} = \left(\tilde{C}_{Dos}/C_{Dos}\right)^{1/\beta} \quad (1)$$

(1)式の両辺を任意の断面積 σ で微分し、両辺を(1)式で除して整理すると、次式が得られる。

$$\frac{1}{\tilde{C}_{MA}} \frac{\partial \tilde{C}_{MA}}{\partial \sigma} = \frac{1}{C_{MA}} \frac{\partial C_{MA}}{\partial \sigma} - \frac{\alpha}{\beta} \frac{1}{C_{Dos}} \frac{\partial C_{Dos}}{\partial \sigma} \quad (2)$$

すなわち、 \tilde{C}_{MA} の感度係数は、 C_{MA} の感度係数から C_{Dos} の感度係数に係数 α/β を乗算したものを差し引くことにより与えられる。

2. 補正後の感度係数と中性子照射場の不確かさ

「常陽」MA サンプル照射試験の解析データ^[1]を対象に検討を行った。例として、炉心領域における Pu-239 核分裂断面積に対する照射後 Am-241 サンプル中の Am-242m/Am-241 原子数比の規格化前後の感度係数の比較を図 1 に示す。規格化により MA サンプルとドシメータの感度係数の出力規格化項が互いに打ち消し合い、ほぼ中性子束項のみが残留した結果であり、ドシメータの利用目的に合致していることが分かる。

また、得られた感度係数と JENDL-4.0 の共分散データを用いて中性子照射場に係る不確かさ評価を行った。

その結果、規格化を考慮しなかった場合には中性子照射場に係る不確かさは 1~8%程度見られたが、規格化を考慮した場合はほぼ 1%以下と実験や解析モデルに係る不確かさと比較して無視できる程度であることが分かった。一方、中性子スペクトルが軟らかい反射体領域における Cm-245/Cm-244 原子数比では、Cm-244 の 7.67eV における巨大共鳴の存在に起因して、規格化後でも 4~6%と比較的大きな不確かさが残り、このような場合には中性子照射場に係る不確かさを考慮する必要があることが明らかとなった。

謝辞 本研究は、特別会計に関する法律（エネルギー対策特別会計）に基づく文部科学省からの受託事業として、福井大学が実施した平成 28 年度「もんじゅ」データを活用したマイナーアクチニド核変換の研究」の成果を含む。

参考文献 [1] JAEA-Research 2012-013

¹Kazuteru Sugino¹, Kazuyuki Numata¹, Makoto Ishikawa¹ and Toshikazu Takeda²

¹Japan Atomic Energy Agency, ²University of Fukui

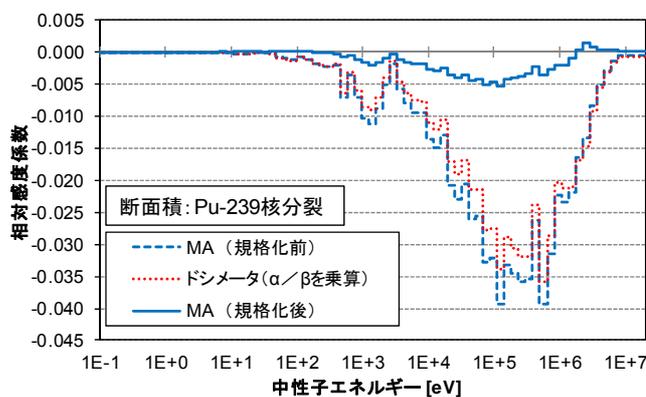


図1 規格化前後の中性子照射場に係る感度係数の比較