

KUCA で測定された鉛の置換反応度に対する CBZ コードを用いた実験解析

Experimental Analysis by CBZ for Lead Reactivity Worth Measured at KUCA

*千葉 豪¹, 遠藤 知弘², 山中 正朗³, Wilfred van Rooijen⁴, 卞 哲浩³

¹北海道大学, ²名古屋大学, ³京都大学, ⁴福井大学

KUCA で測定された鉛の置換反応度を、炉物理計算コード CBZ の中性子輸送理論に基づく摂動計算機能を用いて解析し、その反応度生成メカニズムの検討を行った。

キーワード: 核データ, 鉛, 置換反応度, 中性子輸送理論, 摂動計算

1. 背景 加速器駆動システムに関する研究開発の一環として、KUCA において鉛の置換反応度測定実験が行われ、MCNP による実験解析結果が報告されている[1]。実験解析結果を核データの精度向上等に反映させる上で、この反応度の生成メカニズムを定量的に整理し理解することは有益である。そこで、北海道大学で開発している炉物理計算コード CBZ を用いて、当該実験の解析を行った。

2. 実験情報 鉛の置換反応度実験は KUCA の A 架台において行われた。濃縮ウラン (EU) とポリエチレンからなる単位燃料セルをドライバとし、炉心中央の実験ゾーンにおいて、EU とアルミニウム板 (A1 板) からなる複数の単位燃料セルについて、A1 板を鉛板に置換した際の反応度が測定された。この際、物質置換領域を変えた実験を 4 ケース行っており、4 つの鉛置換反応度測定データが得られている。

3. 計算方法 計算には JENDL-4.0 に基づく 107 群のライブラリを用いた。EU 板と A1 板等の希釈材、及び鞘管で構成される単位燃料セルは一次元平板でモデル化し、実効断面積は東捻の方法で計算した。また、衝突確率法により求めた中性子束分布を重みとして空間の均質化を行った。全炉心体系については KUCA の A 架台特有の空隙を考慮した 3 次元モデルに対して輸送計算を行った (P1S4 離散座標法)。最終的に、鉛置換反応度は厳密摂動計算により得た。ここで、当該置換反応度の物理的生成メカニズムを明らかにするため、ボイドから A1 板、もしくは Pb 板に置換した仮想的な反応度も摂動計算により求めた。

4. 計算結果 CBZ による C/E 値として 4 つのケースについて 0.6 近傍の値が得られた。文献[1]で示されている MCNP (JENDL-4.0) による C/E 値は 1.1 近傍であることから、CBZ には数値計算に伴うバイアスが生じていることになる。摂動計算結果を図 1 に示す。

ボイドから A1 板、もしくは鉛板に置換したときの反応度は 0.4%dk/kk' 程度であり、A1 板から鉛板への置換反応度はその僅かな差として得られていることが分かる。このことは、ボイドから A1 板、もしくは鉛板への置換反応度の計算におけるバイアスが、A1 板から鉛板への置換反応度に対して拡大されて影響していることを示唆する。また、A1 板から鉛板への置換反応度においては、漏洩成分が主要因となっていることが分かった。

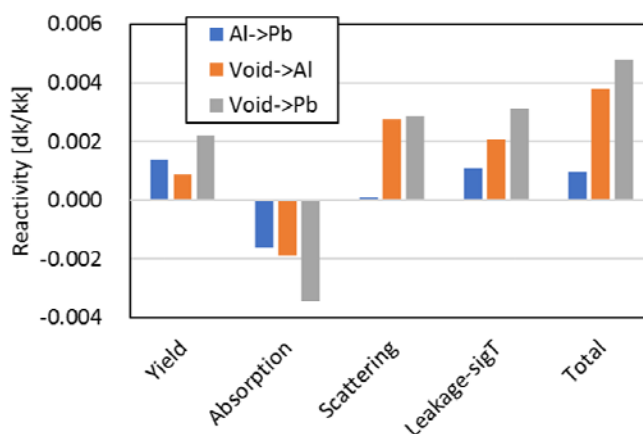


図 1、物質置換反応度に対する摂動計算結果

参考文献 [1] C.H. Pyeon, et al., J. Nucl. Sci. Technol., 53, p.602 (2016).

謝辞: 本研究は、中部電力株式会社・原子力安全技術研究所による特定テーマ公募研究「加速器駆動システムによる核変換処理の実現のに向けた基礎研究」に基づいて行われている。

Go Chiba¹, Tomohiro Endo², Masaaki Yamanaka³, Wilfred van Rooijen⁴, Cheol Ho Pyeon³

¹Hokkaido Univ., ²Nagoya Univ., ³Kyoto Univ. ⁴Univ. of Fukui