

KUCA 固体減速架台における反応度評価の不確かさに関する研究

Uncertainty Analysis of Reactivity Measured in Solid-Moderated and -Reflected Core

at Kyoto University Critical Assembly

*伊藤 誠人¹, 卞 哲浩², 三澤 毅²

¹京大エネ科, ²京都大学原子炉実験所

京都大学臨界集合体実験装置 (KUCA) の固体減速架台 (A 架台) における反応度の実験精度を調べるために、実験で得られた余剰反応度および制御棒価値の不確かさを決定論的手法により評価した。

キーワード: KUCA、固体減速架台、感度解析、不確かさ解析、MARBLE、SAGEP

1. 緒言 KUCA-A 架台では、中性子スペクトルが異なる EE1 炉心 (1/8”P60EUEU) および E3 炉心 (3/8”P36EU) において、余剰反応度と制御棒価値が測定されている。これらの反応度には本来、測定における中性子計数の統計誤差に加えて、炉心の構成部材の形状や燃料組成のばらつきによる不確かさが含まれている。この構成部材に起因する反応度の不確かさを評価することで、KUCA-A 架台で行われる反応度測定実験における測定精度を正確に見積もることができる。そこで本研究では、KUCA-A 架台における実験精度および計算精度を明らかにすることを目的に、実験で得られた余剰反応度と制御棒価値の不確かさを決定論的手法によって検討した。

2. 感度および不確かさ解析

2-1. 計算手法 EE1 炉心および E3 炉心で得られた反応度の標準偏差と、燃料板の形状および組成の公差を考慮して、それらの二乗和を反応度の不確かさとした。これらの実験に対して、核データライブラリ JENDL-4.0 を用いた SRAC2006 (CITATION) による固有値計算、SAGEP による感度解析および MARBLE コードシステムを用いた不確かさ解析を行い、核データに起因する実験解析の不確かさを定量的に評価した。解析に用いた核種は B-10、B-11、O-16、U-235 および U-238 であり、それらの核種の中性子捕獲、核分裂、弾性散乱および非弾性散乱反応を解析の対象とした。

2-2. 結果 表 1 に示すように、実験の不確かさは約 5 % 前後であることが分かる。一方、核データに起因する実験解析の不確かさは拡散ベースによる一連の解析から約 130 pcm 前後であった。この主な要因は、U-235 の中性子捕獲反応における不確かさであり、計算値の不確かさが実験値のそれよりも大きいため、限られた核種を用いて反応度測定実験における不確かさを解析することは困難であった。

3. 結論 EE1 炉心および E3 炉心で行われた実験を対象に、反応度に対する感度解析および不確かさ解析を行い、実験解析の精度を検証した。その結果、核データに起因する実験解析の不確かさは約 130 pcm 前後と大きな値であった。今後は、炉心構造物 (AI-27) およびポリエチレン反射体 (H-1 および C-12) の構成要素を本解析に追加し、実験解析における不確かさの低減について検討する予定である。

表1 KUCA-A架台における反応度の
実験値と計算値

EE1 core		
Reactivity	Exp [pcm]	Cal [pcm]
Excess	202 ± 11 (5.5%)†	67 ± 122
C1 rod	807 ± 37 (4.6%)	898 ± 124
C2 rod	139 ± 7 (5.0%)	52 ± 122
C3 rod	502 ± 23 (4.6%)	498 ± 123
E3 core		
Reactivity	Exp [pcm]	Cal [pcm]
Excess	252 ± 11 (4.4%)	67 ± 139
C1 rod	526 ± 24 (4.6%)	489 ± 141
C2 rod	410 ± 18 (4.4%)	328 ± 141
C3 rod	314 ± 14 (4.5%)	239 ± 141

† Relative error in %

*Makoto Ito¹, Cheol Ho Pyeon² and Tsuyoshi Misawa²

¹Graduate School of Energy Science, Kyoto Univ., ²Kyoto University Research Reactor Institute.