# モンテカルロコードを用いた黒鉛減速体系における解析精度評価

Evaluation of analysis accuracy in graphite-moderated reactor by Monte-Carlo code

\*中川 直樹<sup>1</sup>, 藤本 望<sup>1</sup>, Hai Quan Ho<sup>2</sup>, 濱本 真平<sup>2</sup>, 長住 達<sup>2</sup>, 石塚 悦男<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学,<sup>2</sup>JAEA

高温ガス炉の炉心解析には、モンテカルロコードである MVP<sup>[1]</sup>が用いられているが、黒鉛減速炉の実験に 基づいた解析例は少ない。このため、本検討では最新版の MVP、核データを用い、実験結果と比較すること により総合的な解析精度を評価した。

キーワード: HTGR, VHTRC, モンテカルロ, 出力分布, 温度計数, BP 反応度価値

#### 1. 緒言

過去の HTTR の核設計には多群拡散計算コードが用いられてきたが、近年では、これに加えて MVP を用 いた計算が多く行われている。MVP は連続エネルギー法を用いた計算、粒子と物質の衝突過程により厳密な 取り扱いが可能であるが、実験に基づいた黒鉛減速炉における解析例は少ない。また過去の解析でも十分な モデル化がなされたとは言えない<sup>[2]</sup>。特に、炉内出力分布については、モンテカルロコードによる詳細な解析 例がない。本検討では、臨界集合体である VHTRC<sup>[3]</sup>の実験結果を用いて総合的な解析精度を評価した。評価 項目は、出力分布、温度係数、BP 反応度価値とした。

### 2. 解析条件、解析モデル

VHTRC の炉心断面図の例を Fig.1 に示す。本炉心は、4 wt%の濃縮ウラン燃料棒が 280 本装荷され、温度 は 300 K である。出力分布は銅線及び銅箔の放射化法により測定され、別の炉心体系では温度 473 K での出 力分布が測定された。温度係数は、さらに別の炉心体系において、温度 300 K から 473 K の間の 5 段階の温 度ステップに対して測定された。

解析コードには MVP3 を用い、核データライブラリは JENDL-4.0<sup>[4]</sup>、被覆燃料粒子は STG モデル<sup>[1]</sup>により 模擬した。出力分布の解析時には、銅線等は模擬せずに測定領域ごとの中性子束に <sup>63</sup>Cu(n, γ)<sup>64</sup>Cu 反応断面積 を掛け合わせた。また実験値との比較の際には、過去の拡散計算による解析結果<sup>[5][6]</sup>との比較を同時に行った。

## 3. 解析結果

### 3-1. 詳細出力分布

1 例として、Fig.1 に示した 300K 炉心における軸方向出力分布の解析値と実験値の比較を Fig.2 に示す。全 解析ケースを通じた実験値との差異は燃料領域で平均約 0.75 %と精度良く一致した。また燃料領域における 最大差異は軸方向について約 2.55 %であり、拡散計算における最大差異、約 3.0 %<sup>[5]</sup>と比較しても同等以上の 精度を確認した。また、HTTR の核設計上考慮している最大誤差<sup>[5]</sup>は、軸方向で 4 %、径方向で 3 %であり、 これを十分に満たしていることも確認した。

#### 3-2. 温度係数

300 K から 473 K の間の 5 段階の温度ステップに対する温度係数の解析値と実験値の比較を Fig.3 に示す。 最大差異は 6.25%であるが、エラーバー(10)の範囲内に収まっている。また、各温度点に対する実効増倍率の 解析値と実験値の差異は 0.4% Ak/k 未満に収まり、実験値と良く一致した。

### 4. 結言

MVP3 を用いて黒鉛減速体系における核特性の解析精度評価を行い、最新の計算コード、核データによる 解析精度を確認した。発表では BP 反応度価値等の他の核特性の解析結果についても報告する。



[3] H.Yasuda, et al.: JAERI-1305, (1986).

[5] K.Yamashita, et al.:JAERI-M 88-245,(1988).[6] K.Yamashita, et al.:Nucl. Sci. Eng.: 110, 177-185,(1992).

\*Naoki Nakagawa<sup>1</sup>, Nozomu Fujimoto<sup>1</sup>, Hai Quan Ho<sup>2</sup>, Shimpei Hamamoto<sup>2</sup>, Satoru Nagasumi<sup>2</sup> and Etsuo Ishitsuka<sup>2</sup> <sup>1</sup>Kyushu Univ., <sup>2</sup>JAEA