

黒鉛減速体系での炉心規模のスペクトル評価に基づく燃焼挙動の概略評価

Schematic evaluation of burnup behavior based on
core-scale spectral evaluation in graphite moderated systems

*福原 克樹¹, 藤本 望¹, 深谷 裕司², Hai Quan Ho²,
長住 達², 石井 俊晃², 濱本 真平², 石塚 悦男²

¹九州大学, ²JAEA

高温ガス炉燃料の核種生成・崩壊挙動への影響評価の一つとして、実炉心規模での反射体領域まで考慮した簡易的な黒鉛減速体系の中性子スペクトルを用いた。これをもとに ORIGIN ライブラリを作成し解析を行い、この結果とモンテカルロ法による燃焼計算結果を比較した。

キーワード：高温ガス炉, HTTR, MVP-BURN, ORIGIN, 反射体

1. 緒言

原子炉燃料の燃焼解析は一般に ORIGIN[1]が用いられている。ORIGIN は炉型ごとにライブラリが整備されているが、高温ガス炉用のライブラリは存在せず専用のライブラリを新たに整備する必要がある。そこで我々は JAEA が所要する HTTR[2]を対象とし、高温ガス炉用ライブラリの作成手法の開発に取り組んでいる。

まずはピンセル体系でのライブラリ作成を試みた[3]。作成したライブラリによる燃焼計算結果とモンテカルロ法による全炉心体系の燃焼計算結果を比較したところ、660 日での ^{239}Pu の質量はピンセル体系の方が 35%以上多いことが分かった。次にピンセル体系と全炉心体系の違いを確認するため、温度や濃縮度、炉内燃料位置による感度解析[4]を行ったところ、中性子スペクトルの影響は燃料位置によるものが多いことが確認できた。これにより、ライブラリ作成には反射体を考慮した全炉心による中性子スペクトルの評価が必要だと考えた。

そこで本検討では HTTR の反射体領域まで考慮した簡易的な黒鉛減速体系での ORIGIN 用ライブラリを作成し、その燃焼計算の結果とモンテカルロ法による燃焼計算の結果を比較し、その妥当性を評価した。

2. 検討方法

HTTR を模擬した簡易的なモデルを作成して解析を行った。その際、実炉心規模での反射体領域まで考慮した。そのモデルを Fig.1 に示す。燃料領域は燃料ブロック 150 体分の体積に相当する円柱とし、濃縮度 5.9wt%の UO_2 と黒鉛を設定した。このとき領域内の物質は均質である。反射体領域は黒鉛を設定した。また、燃料領域温度を 1200K、反射体領域温度を 1000K とした。これを用いてまずはモンテカルロ法 (MVP-BURN) による燃焼計算を行い、そこで作成された中性子スペクトルをもとに ORIGIN 用ライブラリを作成した。さらに比較のため、反射体無しの原子炉での燃焼計算も行った。

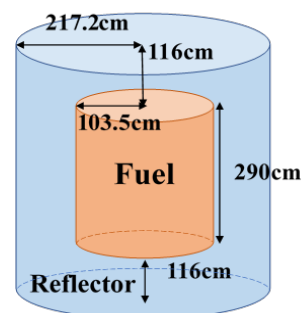


Fig.1 解析モデル

3. 解析結果

MVP-BURN と ORIGIN による燃焼解析による ^{239}Pu の質量を Fig.2 に示す。これらの燃焼解析結果に大きな差異はなかった。また、MVP-BURN での全炉心と反射体無しの炉心での燃焼解析結果を比較すると、先行研究のセル燃焼計算と全炉心燃焼の組成の違いと同様に、 ^{239}Pu の質量は反射体無しの方が大きくなった。

4. 結論

本検討では HTTR の反射体領域まで考慮した簡易的な黒鉛減速体系を用いて ORIGIN 用ライブラリを作成し、燃焼解析を行った。解析結果より、黒鉛減速体系では中性子拡散距離が軽水炉と比較して大きい等の要因から、反射体の有無によって結果が異なった。今後は反射体領域まで考慮した全炉心体系での検討を進めていく必要がある。

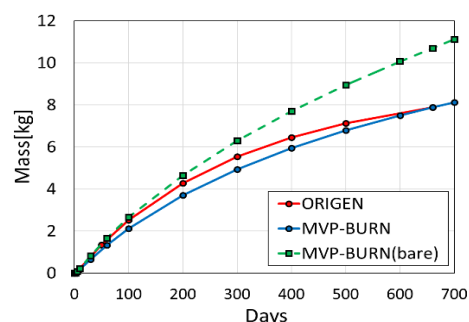


Fig.2 ^{239}Pu の質量

参考文献

- [1] A.G.Croff, ORIGIN2 Code Package CCC371, Informal Notes(1981) [2] S.Saito, et al.: JAERI-1332(1994)
[3] K.Morita, et al., 日本原子力学会 春の年会 (2017) [4] I.Matsunaka, et al., 日本原子力学会 春の年会 (2019)

*Katsuki Fukuhara¹, Nozomu Fujimoto¹,

Yuji Fukaya², Hai Quan Ho², Satoru Nagasumi², Toshiaki Ishii², Shinpei Hamamoto², Etsuo Ishitsuka²

¹Kyushu Univ., ²JAEA