

MVP を用いた HTTR 燃焼計算時の炉心内中性子スペクトルに対する検討

Study on neutron spectrum in HTTR at MVP burnup calculation

*松中 一朗¹, 藤本 望¹, 石井 俊晃², 長住 達², 石塚 悦男²

¹ 九大院工, ² 原子力機構

高温ガス炉燃料の核種生成・消滅挙動への影響評価の一つとして、炉内の中性子スペクトルへの温度分布による効果と燃料配置による効果を比較した。検討の結果、高温ガス炉内では燃料配置による効果が中性子スペクトルに大きな影響をもたらすことが分かった。

キーワード：高温ガス炉、HTTR、中性子スペクトル、核種生成・消滅挙動

1. 緒言

原子炉燃料の燃焼計算は一般に ORIGEN2[1]を用いて行われる。高温ガス炉は軽水炉と異なり、ORIGEN2用のライブラリが存在せず、専用のライブラリを新たに整備する必要がある。九州大学では JAEA が所有する HTTR(High Temperature Engineering Test Reactor)[2]の ORIGEN2 用ライブラリ整備に取り組んでいる。先行研究[3]では全炉心体系をピンセル体系に簡略化することでライブラリ作成を試みた。作成したライブラリを用いた ORIGEN2 による燃焼計算の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が、一致しなかった。この結果から、HTTR 内の温度分布効果と燃料配置効果を考慮する必要があり、ピンセル体系ではなく全炉心体系を用いたライブラリ作成の検討が必要であるという見解に至った。本検討では HTTR 用ライブラリ作成を目指す過程において、ピンセル体系と全炉心体系の違いとして温度分布効果と燃料配置効果を挙げ、中性子スペクトルへの影響を比較することで両パラメータの重要度を評価した。

2. 検討方法

HTTR 未燃焼全炉心体系を対象として解析を行った。Table.1 に HTTR で想定される炉心の温度条件と燃料配置[4]を示す。中性子スペクトルの算出は MVP2.0[5]を用いた。温度分布効果の検討として、温度分布有りの体系ではこの温度分布を全て考慮し、温度分布無しの体系では燃料領域温度を 1260 K、その他の領域温度を 1000 K とした。燃料配置効果の検討として HTTR 内の共通の濃縮度 4.3 wt%かつ、配置位置が異なる燃料領域第 3 段領域 1 と第 5 段領域 3 の中性子スペクトルを比較した。この際、温度分布を考慮しない全炉心体系での解析を行った。

Table.1 HTTR の温度条件と濃縮度配置[3]

燃料段(上から)	設定温度 [K]	燃料濃縮度 [wt%]			
		領域1	領域2	領域3	領域4
第1段	T _f =1050, T _m =900	6.7	7.9	9.4	9.9
第2段	T _f =1230, T _m =1060	5.2	6.3	7.2	7.9
第3段	T _f =1300, T _m =1180	4.3	5.2	5.9	6.3
第4段	T _f =1320, T _m =1280	3.4	3.9	4.3	4.8
第5段	T _f =1320, T _m =1280	3.4	3.9	4.3	4.8

(T_f: 燃料温度、T_m: 減速材温度)

3. 解析結果

Fig.1 に燃料内中性子スペクトルへの温度分布と燃料配置効果の比較結果を示す。結果から第 5 段領域 3 に位置する燃料において温度分布効果は殆ど確認されなかった。しかし、第 3 段領域 1 に位置する燃料と比較した場合、温度条件は共通であるにもかかわらず、第 3 段領域 1 の燃料の方が熱中性子領域で中性子束が低下し、共鳴領域においても差が認められた。これにより HTTR では温度分布よりも、炉心内の燃料配置効果の方が中性子スペクトルへもたらす影響が大きいことが分かった。

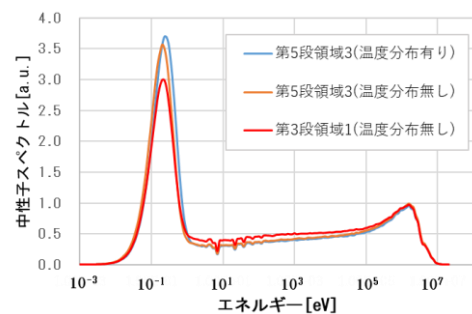


Fig.1 温度分布の有無、燃料配置による HTTR 燃料内中性子スペクトルの比較

4. 結論

本検討では、HTTR 全炉心体系に詳細な温度分布を設定し、MVP2.0 による中性子輸送計算を行った。結果から、中性子スペクトルへもたらす影響は、温度分布効果よりも燃料配置効果の方が優位となることが分かった。今後は本結果を考慮した全炉心体系の ORIGEN2 用ライブラリを作成し、燃焼挙動を評価することで HTTR 用ライブラリ作成手法の更なる検討を行い、その結果を元に次世代の高温ガス炉を対象としたライブラリの作成手法についても検討する。

参考文献

- [1] J.A.G.Croff, ORIGEN2 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 1F16(2017) [4] N.Fujimoto: JAEA-Review 2006-038
 [5] Y.Nagaya, et al.: JAERI-1348(2005)

*Kazuaki Matsunaka¹, Nozomu Fujimoto¹, Toshiaki Ishii², Satoru Nagasumi² and Etsuo Ishitsuka²

¹Kyushu Univ, ²JAEA