

高温ガス炉のスリーブレス燃料構造の提案

Proposal for Sleeveless Fuel Structure for High Temperature Gas-cooled Reactors

*大竹 悠真¹, 後藤 実¹

¹福井大学

モンテカルロコード MVP-BURN を用いて、従来の高温ガス炉の燃料棒から黒鉛スリーブを排し黒鉛製スペーサーを追加した場合の核的影響を、ピンセル燃焼計算を実施して、無限増倍率や核分裂反応率の変化を確認することで明らかにした。

キーワード：高温ガス炉, スリーブレス燃料, 無限増倍率, 核分裂反応率

1. 結言

本研究は、高温ガス炉における燃料コンパクトの直接冷却が可能なスリーブレス燃料の具体的な構造を提案することを目的としている。その前段階として、スリーブレス化にあたって燃料棒中に新たに追加される黒鉛製のスペーサーが無限増倍率及び出力分布に与える影響を明らかにする。

2. 解析内容

HTTR^[1]の燃料棒から黒鉛スリーブを排した後、燃料棒の高さを変えずに厚さ 0.5cm の黒鉛製スペーサーを燃料コンパクト中に等間隔に追加していき、スペーサーの数に対する無限増倍率の変化を、ピンセル計算を行って調べた。また、燃料コンパクトの上面と底面に黒鉛製のスペーサーを配置して、燃料コンパクト軸方向の核分裂反応率の変化を調べた。無限増倍率及び核分裂反応率の計算は、汎用中性子・光子輸送計算モンテカルロコード MVP-BURN^[2]を使用した。

3. 結果と考察

3.1 無限増倍率

燃料棒にスペーサー2個を追加した場合の無限増倍率は、HTTRの燃料棒の場合に比べて反応度換算で約5% $\Delta k/k$ 低下するとともに燃焼度が15%程度低下する。さらにスペーサーを4個及び8個と燃料棒に追加した場合は、無限増倍率はほとんど変わらなかった(図1)。無限増倍率が低下する理由は、黒鉛製の燃料スリーブを排することで中性子が減速されにくくなるためと考えられる。

3.2 核分裂反応率

スペーサーを配置した燃料コンパクト上部と下部では、核分裂反応率が平均値より約5%高くなる(図2)。これは、スペーサーの追加により燃料コンパクトの上部と下部で中性子の減速が促進されるためと考えられる。

4. 結言

従来の高温ガス炉燃料をスリーブレス化することで、中性子が減速されにくくなり無限増倍率が5% $\Delta k/k$ 程度小さくなるとともに、燃焼度が15%程度低くなることが分かった。また、燃料コンパクト中へのスペーサーの追加によって、中性子の減速が促進されてスペーサー近傍の核分裂反応率、すなわち出力密度が5%程度高くなることが分かった。

参考文献

[1] S. Saito, T. Tanaka, Y. Sudo, et al. Design of High Temperature Engineering Test Reactor (HTTR), JAERI 1332, 1994.

[2] Yasunobu Nagaya, et al., MVP/GMVP Version 3: General Purpose Monte Carlo Codes for Neutron and Photon Transport Calculations Based on Continuous Energy and Multigroup Methods (Translated Document), JAEA-Data/Code 2016-019 (2016).

*Yuma Ohtake¹ and Minoru Goto¹

¹Fukui Univ.

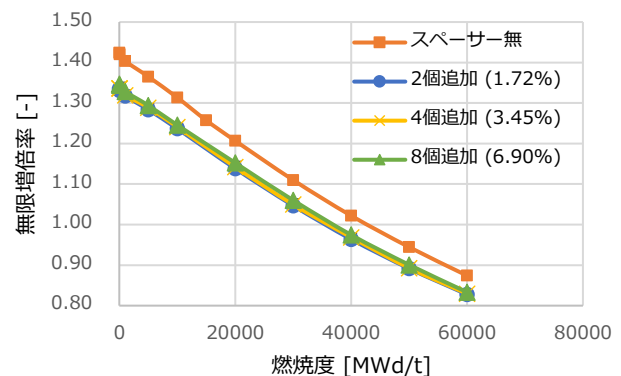


図1. 無限増倍率の燃焼変化

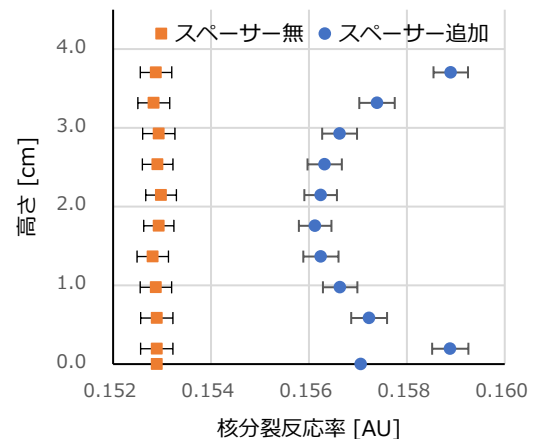


図2. 燃料コンパクト中の核分裂反応率