

SiC マトリックス燃料を装荷した高温ガス炉の核熱設計

Nuclear and thermal design for high temperature gas-cooled reactor with SiC matrix fuel

*後藤 実, 稲葉 良知, 相原 純, 植田 祥平, 橘 幸男

原子力機構

従来の黒鉛マトリックス燃料を装荷した高温ガス炉と同等の性能（出力及び運転日数）を持つ、耐酸化性能に優れる SiC マトリックス燃料を装荷した高温ガス炉の核熱設計について報告する。

キーワード：高温ガス炉, 核熱設計, 空気侵入事故, 耐酸化燃料, SiC マトリックス

1. 緒言

原子力機構は、高温ガス炉の空気侵入事故時における耐酸化性能を向上した革新的な燃料要素の基礎基盤技術の確立を目指し、耐酸化性能に優れる SiC を燃料要素の母材として適用する技術の開発を行っている（SiC マトリックス燃料）。Si は熱中性子捕獲断面積が黒鉛に比べて約 40 倍大きく、中性子の減速に寄与しないなど黒鉛と異なる核的な特性を持つ。そのため、従来の高温ガス炉の黒鉛マトリックス燃料を同じ濃縮度の SiC マトリックス燃料に換えても、同等の性能（出力及び運転日数）は得られない。そこで、従来と同等の性能を持つ SiC マトリックス燃料を装荷した高温ガス炉の提示を目標とし核熱設計を行った。

2. 設計・解析条件

SiC マトリックス燃料を装荷した高温ガス炉の核熱設計は、小型高温ガス炉 HTR50S（熱出力 50MW、運転日数 730 日）[1] をベースにして行った。平均濃縮度は前述の理由により HTR50S に比べて 1.1wt% 高く設定した。最大濃縮度は、製造性の観点から国内で製造実績のある 10wt% とした。濃縮度及び可燃性毒物の種類は、HTR50S と同様にそれぞれ 3 種類及び 2 種類とした。燃料の配置を表 1 に示す。SRAC [2] を用いて全炉心燃焼計算を行い過剰反応度及び出力分布を算出するとともに、ブランチオフ計算を行って炉停止余裕及び反応度温度係数を評価した。また、出力分布の計算結果を用いて FTCC [3] により燃料最高温度を評価した。

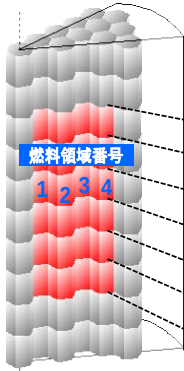


表1 燃料の配置 (wt%)
(平均濃縮度 7.2 wt%)

レイヤ	燃料領域番号			
	1	2	3	4
1	8.0	8.0	10.0	10.0
2	8.0	8.0	10.0	10.0
3	5.4	5.4	8.0	8.0
4	5.4	5.4	8.0	8.0
5	5.4	5.4	5.4	5.4
6	5.4	5.4	5.4	5.4

3. 解析結果

熱出力 50MW、運転日数 730 日に必要な過剰反応度を確保するとともに、炉停止余裕、反応度温度係数及び燃料最高温度が設計要求（炉停止余裕：低温ワンロードスタック条件で 1%Δk/k 以上、反応度温度係数：運転期間にわたり負、燃料温度：運転期間にわたり 1495℃ 以下）を満たすことを確認した。

4. 結言

従来と同等性能の SiC マトリックス燃料を装荷した高温ガス炉の核熱設計を提示することができた。

参考文献

- [1] 後藤実 他, JAEA-Technology 2012-017.
- [2] K. Okumura, et al., JAEA-Data/Code 2007-004.
- [3] 稲葉良知 他, JAEA-Data/Code 2014-023.

本研究は、文部科学省英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業により実施された「高温ガス炉の安全性向上のための革新的燃料要素に関する研究」の成果です。

*Minoru Goto, Yoshitomo Inaba, Jun Aihara, Shohei Ueta and Yukio Tachibana

Japan Atomic Energy Agency