

高温ガス炉用被覆燃料粒子の高燃焼度下における破損率評価

Evaluation of failure fraction of coated fuel particles for HTGR under high burnup condition

*長谷田雅也¹, 相原純², 澤和弘¹

¹北海道大学, ²日本原子力研究開発機構

本研究では、HTGR 燃料の照射試験から得られた PyC(Pyrolytic Carbon)の異方性を示す BAF(Bacon Anisotropy Factor)値を用いて、高燃焼度化燃料の照射試験について破損率計算を行った。

キーワード：高温ガス炉、被覆燃料粒子、高燃焼度、異方性、破損率

1. 緒言

高温ガス炉の被覆燃料粒子は、二酸化ウランを燃料核とし、セラミックで4重に被覆したものであり、核分裂性物質及びFPは各被覆燃料粒子に閉じ込められる(図1)。高燃焼度下においては、内圧上昇のため被覆層に高い応力が生じ、粒子の破損率が大きくなる。破損率には第2層と第4層のPyC層の照射収縮が大きく影響することが分かっており、PyCの照射寸法変化は、異方性(BAF値)に依存する。本研究は、従来燃料照射試験から推定したBAF値^[1]を用いて、高燃焼度化燃料の照射試験の破損率計算を行い、高燃焼度化燃料にも適用できるか検証することが目的である。

2. 実験・評価モデル

本研究では、上記の従来燃料照射試験から推定したBAF値を用いて、高燃焼度高温ガス炉用被覆燃料粒子の照射試験である91F-1A スィープガスキャプセル照射試験^[2]の条件に基づき計算を行った。また、評価モデルとして、日本原子力研究開発機構で開発された内圧・被覆層応力計算コードであるCode-B-2^[3]及び破損率計算コードであるFIGHTコード^[4]を用いた。

3. 結果・考察

右図(図2)に計算結果のグラフを示す。計算は上記の91F-1A スィープガスキャプセル照射試験の2つのコンパクトについて行った(FP01,FP06)。それぞれの最高燃焼度は8.2%FIMA,8.8%FIMAである。最終的な健全粒子の貫通破損確率はそれぞれ、 5.7×10^{-9} , 5.8×10^{-8} となった。一方で、実際の照射後試験において、貫通破損粒子はそれぞれ0個,2個あった。この照射試験のように被覆燃料粒子が約5000個である場合、貫通破損粒子数が実験値と等しくなる確率は、それぞれ1.00, 4.2×10^{-8} となり、FP06では実際の照射試験と合致しない結果となった。今後はBAF値の感度解析を含め、モデルの適用性を検討する。

参考文献

- [1]相原純、他(2012)、日本製高品質高温ガス炉燃料の破損率計算法の提案 日本原子力学会和文論文誌 Vol.11, No.2, p158-163
 [2] 沢和弘、他、高燃焼度高温ガス炉用被覆燃料粒子の照射試験(91F-1A スィープガスキャプセル照射試験), JAERI-Research 2001-043
 [3] Jun AIHARA .et al.”Code-B-2 for Stress Calculation for SiC-TRISO Fuel Particle”JAEA-Data/Code 2012-030
 [4] 沢和弘、他(1999)、高温ガス炉運転中の被覆燃料粒子挙動及び核分裂生成ガス挙動解析コード, JAERI-Data/Code-99-034

*Masaya Haseda¹, Jun Aihara² and Kazuhiro Sawa¹

¹Hokkaido Univ., ²Japan Atomic Energy Agency

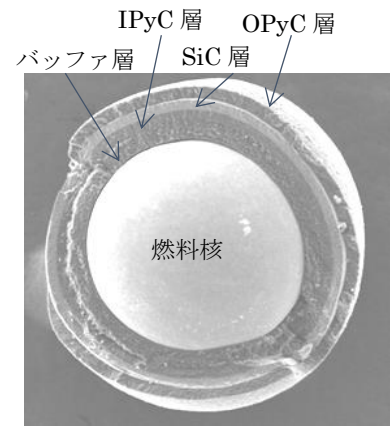


図1 被覆燃料粒子の構造
(原子燃料工業(株)提供)

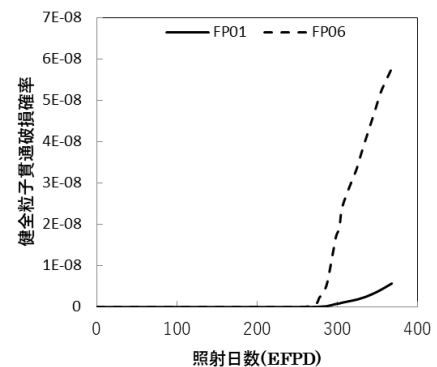


図2 健全粒子貫通破損確率の履歴