

プルトニウム燃焼高温ガス炉を実現するセキュリティ強化型安全燃料開発 (14)開発目的と進捗

Development of Security and Safety Fuel for Pu-burner HTGR

(14) Objectives, Current status and Future

*岡本孝司¹, 大橋一孝², 大平幸一³, 國富一彦⁴

¹東京大学, ²富士電機, ³原燃工, ⁴原子力機構

プルトニウム燃焼高温ガス炉は、プルトニウム消費をしつつ、廃棄物まで含めて安全性が極めて高い設計が可能な原子炉である。この概念を実証するため、セキュリティ強化型安全燃料を評価し、その実現性を確認する

キーワード：被覆燃料粒子 安全性 セキュリティ 直接処分 プルトニウム燃焼

1. 緒言

高温ガス炉は、物理的な固有安全性により、炉心熔融事故を引き起こさないという特徴を持つ。この安全な高温ガス炉において、プルトニウムを燃料として利用することによって、プルトニウムインベントリを減らすとともに、安全にエネルギーを得る一石二鳥のメリットがある。この時、化学的に安定な YSZ(イットリア安定化ジルコニア)を用い、燃料核を PuO₂-YSZ とすることで被覆粒子燃料からのプルトニウム回収は極めて困難となり、従来の氧化物燃料に比べて核セキュリティリスクを大幅に低減することができる。プルトニウム燃焼高温ガス炉の安全性向上を目的として、被覆粒子燃料の破損を抑制するための研究開発、核熱設計、安全評価、および原子炉システムの成立性評価を行う。ライフサイクルのすべての過程において、セキュリティと安全性の両立について評価を行う事を目的とする。また、将来像について議論する。

2. 進捗

4年計画の3年度目の成果をまとめる。順調に進捗している

- (1) セキュリティ評価 前年度作成した高温ガス炉に関する核セキュリティ脅威シナリオをベースに、シナリオに対抗するための物理的防護システムの設計・評価を行った。インサイダーを考慮した場合、核セキュリティで弱点となる可能性が高いと考えられる、炉心の輻射伝熱冷却性能に対する評価を行った。
- (2) セキュリティ強化型安全燃料の成立性評価と炉心核熱設計 整備した解析コードを用いた遊離酸素由来の CO ガスや ZrC 層による内圧抑制評価結果をベースにして被覆層の厚さを検討した。3次元全炉心計算及び燃料温度計算を行って核特性値及び燃料温度を算出し、核的及び熱的な成立性を評価した
- (3) 安全評価 固有安全特性を確保しつつ、炉出力増加の可能性があるかを調査するために、設計基準事象である減圧事故時の原子炉温度挙動解析を進め、燃料温度制限を満たす寸法形状等を検討した。
- (4) セキュリティ強化型安全燃料の試作と製造検討 Ce-YSZ 燃料核の試作を行い ZrC 被覆試験用試料とした。さらに ZrC 被覆された模擬粒子等を用い、温度等の被覆条件を変更させて被覆試験を行った。この結果を取りまとめ、製造条件パラメータと物性の相関を取得し、最適な条件範囲を選定した。
- (5) ZrC 層被覆試験と特性評価 YSZ 模擬燃料核への ZrC 層被覆試験を行い、ZrC 化学蒸着条件データを取得するとともに、境界面の材料特性データを取得し、ZrC 化学蒸着条件との相関について検討した。

本研究は、文部科学省原子力システム研究開発事業により実施された「プルトニウム燃焼高温ガス炉を実現するセキュリティ強化型安全燃料開発」の成果である。

*Koji Okamoto¹, Kazuhiko Ohashi², Koichi Ohira³, Kazuhiko Kunitomi⁴

¹University of Tokyo, ²Fuji Electric Co., ³Nuclear Fuel Ind., Ltd., ⁴JAEA