

本質的に安全な高温ガス炉の概念

國富 一彦

日本原子力研究開発機構 原子力水素・熱利用研究センター

今後とも原子力エネルギーの利用を続けるためには、優れた安全性を有する原子力システムの開発が不可欠です。そこで、私たちは、考えられる最も厳しい事故が発生しても、公衆・環境に有害な影響を与えない安全なシステムである本質的安全高温ガス炉（英語名：Naturally Safe HTGR (NSHTGR)）の検討を開始しました。このシステムは、事故時に、既存炉に設置されているような安全設備を一切用いずに、自己制御性により原子炉を停止し、自然の力により燃料の冷却を行うとともに、セラミック被覆燃料の有する優れた固有の特性により、燃料内に核分裂生成物を閉じ込め続けることができる革新的に安全なシステムです。

高温ガス炉は、1)冷却材として化学的に不活性で放射化しないヘリウムガスを用いること、2)燃料は高温での核分裂生成物の保持能力に優れたセラミック製の被覆燃料粒子を用いること、3)炉心の熱容量が大きく出力密度が小さいため事故時の燃料温度挙動が緩慢であることなどにより、安全性の高い炉として注目されてきました。日本原子力研究開発機構は、大洗研究開発センターに、熱出力 30MW、原子炉出口温度 950°Cの高温工学試験研究炉 (HTTR)を建設し、高い安全特性を確認するための試験を実施しています。

高温工学試験研究炉 (HTTR)

経緯と現状

- 1991年度 建設着工
- 1998年度 初臨界達成
- 2001年度 全熱出力 (30MW) 達成
- 2003年度 **安全性試験開始**
 - 反応度添加事象の模擬
 - 冷却材流量低下事象の模擬
- 2004年度 950°C達成 (世界初)
- 2006年度 安全性試験
- 2010年度 50日間の高温連続運転
- 2010年度 **安全性試験**
 - 1次冷却材流量喪失を模擬
- 今後: 安全性試験
 - 全冷却系停止を模擬

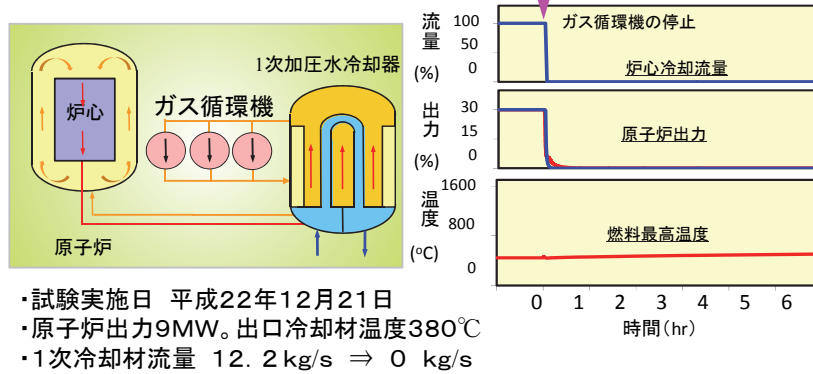
原子炉出力: 30MW
原子炉出口冷却材温度: 950°C (最高)
1次冷却材: ヘリウムガス
1次冷却材圧力: 4. 0MPa
出力密度: 2. 5W/cc
燃料: UO₂
燃料濃縮度: 平均6%



平成 22 年の 12 月に実施した試験では、出力 9MW、原子炉出口温度 380°Cの状態から、冷却材であるヘリウムガスの循環を完全に停止させ、制御棒も全く動かさない試験を実施

しました。このような状態においても、負のフィードバック効果、すなわち、ウラン 238 の共鳴吸収により、原子炉は自動的に停止し、安全性が保たれることを確認できました。

HTTRを用いた安全性実証試験



自然に出力が低下し静定。燃料温度も上がらずに静定。

このような既存の高温ガス炉の安全性をさらに向上させた NSHTGR システムは、配管が複数個所同時に破断して無尽蔵の空気が侵入するような事故においても、セラミック製燃料の被覆層に安定な酸化被膜が形成されることにより、燃料の酸化による破損を防ぐことができるように設計検討を進めています。私たちは、このようにシビアアクシデントが起こらない原子力システムの開発を進めていく予定です。

本質的に安全な高温ガス炉の概念とは。

更なる安全性の向上を目指して

