早期実用化と機動的運用が可能な蓄熱型小型モジュール高温ガス炉の開発（Ⅲ）プラントシステム及び主要設備の検討

Development of Early Deployable Small Modular HTGR Plant with Heat Storage System (Ⅲ) Conceptual study of major plant systems

*鈴木 哲[1]，藤原 斉二[1]，永田 章人[1]，若﨑 真吾[1]，松田 淳子[1]，親松 泰子[1]，
[1]東芝エネルギーシステムズ

東芝エネルギーシステムズと富士電機は蓄熱型小型モジュール高温ガス炉を共同開発している。本発表では、プラントシステム及び主冷却設備や安全設備等の主要設備、水素製造への適用の検討について報告する。

キーワード：高温ガス炉、炉容器冷却設備、原子炉格納施設、耐震構造、高温水蒸気電解

1. 一次冷却系設備構成

小型モジュール高温ガス炉の一次冷却系は原子炉圧力容器と蒸気発生器、及びそれらの支持構造物と、二つの容器を接続する二重管から構成される。一次冷却系設備の支持構造は地震動及び熱膨張による変位を考慮した設計としており、予備的な構造解析を実施して基本構造が成立する見通しを得た。

2. 炉容器冷却設備（崩壊熱除去設備）

小型モジュール高温ガス炉は受動的な崩壊熱除去システムとして炉容器冷却設備（図 1）を備える。これは原子炉圧力容器表面からのふく射と対流により冷却パネルに崩壊熱を伝え、パネル内の空気の自然循環により外部へ放熱する。冷却パネルの構造概念を検討し、予備的評価により要求除熱量を満足する見通しを得た。

3. 原子炉格納施設

小型モジュール高温ガス炉は高い閉じ込め能力を持つ被覆粒子燃料を使用するため冷却材中の放射線量が低いので、原子炉建屋の一部を格納施設とし、冷却材漏洩事故時には格納施設内空気を外部放出して内圧上昇を抑制する。設備構成の検討及び事故時のブローアウト動作の検討を実施した。

4. 水素製造

高温ガス炉は高い炉心出口温度を得られるため様々な熱利用用途が検討されている。蓄熱以外のオプションとして、東芝エネルギーシステムズでは固体酸化物型電解セルを使用し、水を原料とした高温水蒸気電解法による二酸化炭素を排出しない水素製造技術を開発中であり、これを高温ガス炉と接続して水素を製造するシステムの系統概念の検討を実施した。

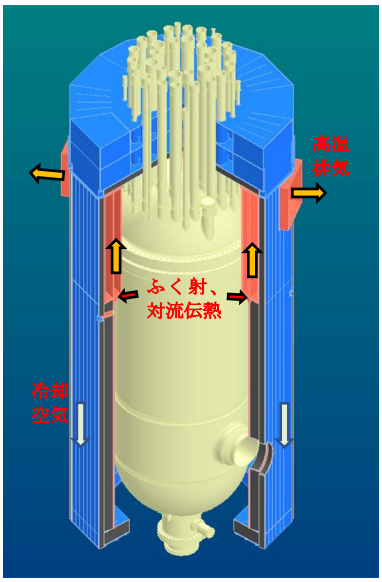

図 1 炉容器冷却設備

5. まとめ

プラントシステム及び冷却系設備や安全設備などの主要設備の基本概念の検討を実施し、また、水素製造システムの系統構成概念を検討した。今後も高温ガス炉の特長を生かして、安全性と経済性に優れ、早期実用化可能な高温ガス炉システムの検討を継続する。

謝辞

本報告は、経済産業省からの補助事業である「令和 4 年度　社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業」の一環として実施した成果を含む。

*Tetsu Suzuki[1], Seiji Fujiwara[1], Akito Nagata[1], Shingo Wakasaki[1], Atsuko Matsuda[1], Yasuko Oyamatsu[1]
[1]Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation