

6-1 高温ガス炉コジェネレーションシステムの実証に向けて － HTTR 熱利用システムの機器仕様を決定し、安全性を確認－

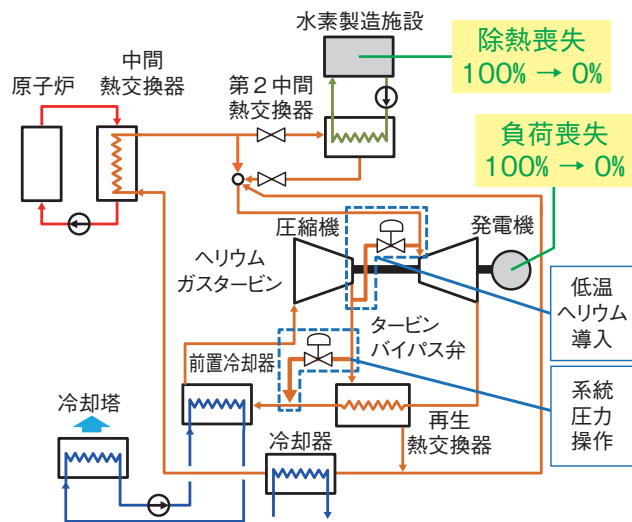


図 6-2 HTTR-GT/H₂ プラントの安全確保策

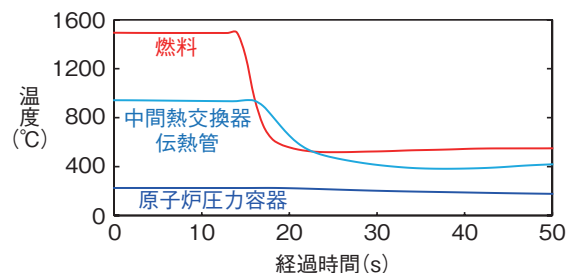
「発電機の負荷喪失」に対しては、系統圧力を調整しタービン回転数上昇を抑制する方法、「水素製造施設の除熱喪失」に対しては、圧縮機出口低温ヘリウムのタービン入口導入により温度上昇を抑制する方法を安全確保策として適用しました。

高温ガス炉は安全性に優れ、高温熱供給が可能であることから、発電のみならず水素製造など多様な産業利用が期待されています。私たちは高温工学試験研究炉 (HTTR) を用いて、高温ガス炉を用いた高効率で、二酸化炭素を排出しない水素・電力コジェネレーションを実証する HTTR 熱利用試験を計画しています。

HTTR 熱利用試験では、高温ガス炉による熱利用技術の確証や世界で初めての原子炉施設への化学プラント接続に係る許認可取得を目指しています。2015 年度から 2 年間、HTTR とヘリウムガスタービンや水素製造施設から構成される熱利用システムを接続した HTTR-GT/H₂ プラントの系統設計や機器設計を行い、電気出力 1 MWe、水素製造量 30 Nm³/h 規模のプラントの系統構成や機器仕様を設定しました。

また、熱利用システムでの異常発生時にも、原子炉施設の安全確保策が十分であることを確認するため、HTTR-GT/H₂ プラントの安全解析を行いました。はじめに、新規設置の機器故障がプラント過渡挙動へ与える影響を定性的に分析し、評価が必要な事象として、「発電機の負荷喪失」と「水素製造施設の除熱喪失」を選定しました。次に、選定事象についてシステム解析コード

(a)「発電機の負荷喪失」時



(b)「水素製造施設の除熱喪失」時

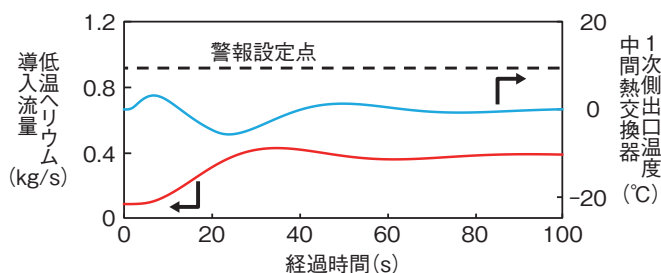


図 6-3 HTTR-GT/H₂ プラント過渡挙動

実用高温ガス炉と同じ設備や運転方法により、原子炉施設の安全性が確保されることを確認しました。

RELAP5 を用いてプラント過渡挙動を評価しました。安全確保策については、高温ガス炉コジェネレーションシステムの設計技術確証の観点から、実用高温ガス炉と同じ設備や運転方法を適用しました。具体的には、「発電機の負荷喪失」に対してタービンバイパス弁で系統圧力を調整しタービン回転数上昇を抑制する方法を、「水素製造施設の除熱喪失」に対して圧縮機出口の低温ヘリウムをタービン入口に導入して冷却材温度上昇を抑制する方法としました（図 6-2）。

解析の結果、「発電機の負荷喪失」について、制御系故障を想定しつつ、HTTR 設計情報に基づき計測系誤差や運転時変動幅を厳しく見積もった場合でも、燃料や原子炉冷却材を内包する構造物の温度上昇はほとんどなく、プラントの健全性が損なわれないことを確認しました。また、「水素製造施設の除熱喪失」について、警報装置が作動に至らず、原子炉の安定運転継続が可能であることを確認しました（図 6-3）。

HTTR 熱利用試験の実現には、国際協力を活用した費用分担により建設コストを削減することが重要です。今後、本試験に興味を持つ国との研究協力の下で試験計画を具体化する予定です。

●参考文献

佐藤博之ほか、HTTR 接続熱利用システムのプラント過渡挙動評価－ヘリウムガスタービンと水素製造施設接続に伴う HTTR の安全評価－, JAEA-Technology 2017-020, 2017, 23p.