

審査の結果の要旨

氏名 皆月 功

本論文は高温ガス炉の新システム概念を検討したもので6章より構成されている。

第1章は序論であり、本論文の研究テーマ選定の背景、及び必要性を述べている。原子力は今後も地球温暖化抑制対策等の観点よりその拡大が期待され、中でも高温ガス炉は、高効率の発電、一般産業への熱利用等、軽水炉や高速増殖炉以上に地球温暖化抑制対策に貢献できる可能性が高いとしている。高温ガス炉の実用化のための課題解決策を検討した結果、高温ガス炉の新システム概念を研究する必要があるとし、高温ガス炉システムの最適化と高温ガス炉水素製造システムの成立性の検討を研究の目的としている。

第2章は高温ガス炉の技術的特徴、基本構造、高温ガス炉の開発の歴史について述べ、先端的技术として研究開発の方向性を示す必要があると分析している。

第3章は高温ガス炉ガスタービンシステムのシステム基本パラメータの最適化について述べている。熱出力、原子炉出入口温度、冷却材ガス圧力などの最適化を検討し、高温ガス炉プラントの経済性向上の観点から冷却材ガス圧力の高圧化が有効であるとの分析している。高温ガス炉ガスタービンシステムの冷却材ガス圧力は、従来の6~7MPaよりも高い8MPa付近に最適点が存在するとし、この高圧システム達成のため、原子炉ブロック冷却流路の縮小、炉壁冷却流量の最適化、原子炉圧力容器設計圧力の最適化の設計手法を示している。更に、原子炉・システム統合解析コードを開発し、発電単価計算を行い最適パラメータの解析結果について述べている。

第4章は高温ガス炉ガスタービンシステムの動力変換システム基本概念の最適化について述べている。発電システムの主要構成機器は、原子炉容器、動力変換システムの動力変換容器、熱交換容器であるとし、これらの基本概念と基本構成の最適化について検討している。動力変換システム概念に関し重要度の高い5つの個別概念を、経済性、技術的成立性の観点より検討し、ターボマシンすなわちガスタービン、圧縮機と発電機は、軸の横設置方式、及び一軸構成方式が最適と評価している。また、収納方式は、ターボマシンと熱交換器とは分離収納方式が、発電機は動力変換容器内収納方式が最適であり、更に、中間冷却器は一段設置方式が最適と評価している。その結果、これらの組合せが動力変換システムとして最適であるとしている。

第5章は高温ガス炉水素製造システムの成立性について述べている。まず開発の優先度の高いISプロセスにおける耐熱、耐腐食材料を用いた硫酸分解器の研究、及び試作実証の成果を示している。次にその構造健全性評価について述べ、ISパイロットプラントでの設計条件を設定の上、構造を具体化し温度分布及び熱応力解析を実施し、成立性を確認したとしている。更に、実規模大モデルでの製作実

証結果を示している。これにより、セラミックス製の熱交換器の総合的な成立性を見通したとしている。なお実規模大での製作実証は世界に類例がないと述べている。

第6章は本論文の結論であり、本研究のまとめが述べられている。

以上を要約するに、本論文は高温ガス炉の新システム概念について研究し、高温ガス炉プラントの経済性向上の可能性、及びその方策を見出すとともに、新システム概念における先端的技術の成立性を見通している。この成果は原子力工学の進展に貢献するところが少なくない。よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。