

主 論 文 要 旨

報告番号	① 乙 第 号	氏 名	若 林 努
主 論 文 題 目： 燃料自動分配機構を備えた産業用低 NOx ガスタービン燃焼器に関する研究			
(内容の要旨) 本研究は、気体燃料を用いた希薄予混合燃焼法による低 NOx ガスタービン燃焼器の燃料供給系統に燃料自動分配方式を応用した燃料流量制御機構を適用した場合の燃料分配特性や燃焼特性の評価を行い、低 NOx ガスタービン燃焼技術として確立することを目的として実施したものである。 希薄予混合燃焼による低 NOx ガスタービン燃焼器は、低負荷時の燃焼安定性および高負荷時の低 NOx 性を実現するために、負荷に対応して複数バーナの燃料流量を調整する方式や、別個の燃料制御を行うパイロットバーナによる火炎保持機構が採用されているが、負荷による燃料流量の制御が適切でなければ、燃焼安定性の悪化等のトラブルが発生する可能性がある。そこで、気体燃料を用いた燃焼器に単一の燃料系統を用い、燃焼用空気流とガス燃料噴流との相互作用により、負荷に応じて自動的に主燃焼領域とパイロット燃焼領域に燃料を分配する「燃料自動分配方式」による燃料流量制御を行う方式を考案した。この方式では、各燃焼領域の燃料流量は負荷に応じて互いに相関して変化するため、特別な制御を付加しなくても燃焼領域が変化する負荷での燃焼安定性の悪化を回避でき、NOx 排出が多くなる高負荷時には、主領域への燃料供給で作られる可燃希薄予混合気が燃焼領域に供給されて、低 NOx 燃焼が実現されると予想されたので、燃料分配機構実験装置と試作燃焼器等によってその実用可能性を調べた。 第 1 章は序論であり、ガスタービンの希薄予混合燃焼技術の現状と問題点について概説し、本研究において新たに考案された燃料自動分配方式による燃料分配機構の原理と特徴について述べた。 第 2 章では、提案した燃料自動分配機構を備えた燃焼器を試作し、その燃料分配特性や燃焼特性の評価から、燃料自動分配機構が機能することを確認した計算と実験について述べた。すなわち、低負荷ではパイロット領域に多くの燃料が、高負荷では主領域に多くの燃料が自動的に供給され、負荷によって燃焼領域が変化する場合でも燃焼特性の顕著な変化が生じないことを示した。しかし、燃料自動分配方式のキーとなる燃料分配モジュールの仕様の燃料分配特性への効果は明確になっていないこと、またこの試作燃焼器では燃焼性能面(燃焼器全圧損失率、中負荷以下の燃焼効率、高負荷時の NOx)に課題があることを示した。 第 3 章では、隙間寸法、噴出燃料流速等の燃料分配モジュールの仕様が燃料分配特性に及ぼす影響を定量的に評価し、実際の燃焼器に用いる場合に推奨される燃料分配モジュールの仕様を明らかにした。さらに試作した燃焼器の課題の 1 つである高負荷時の低 NOx 化のために当量比分布の一様性向上を目的とした改良型燃料分配モジュールの燃料分配特性を評価した。その結果、周方向の当量比分布の均一性が改善される反面、逆に半径方向の最高当量比が高くなり NOx 増加の恐れがあることを示した。また、供給する気体燃料の種類が変化した場合でも、その燃料分配特性は燃料噴出管における噴出燃料の運動エネルギーとの相関が強いことを明らかにし、燃料分配モジュールの簡易な仕様変更によって、変更前と同程度の燃料分配特性を得ることが可能になることも示した。 第 4 章では、試作燃焼器の課題を解決するために、第 3 章で得られた知見等を考慮し燃焼器の改良を実施し、その燃焼特性、排気特性を調べ、第 3 章で燃料分配特性を評価した改良型燃料分配モジュールにより、高負荷時の NOx を低減できることを示した。また、燃焼器の開口面積を増加させることで燃焼器全圧損失率は低減し、3 段の燃料ステージングや燃料分配混合部出口部における混合気の流れを改良することで中負荷時の燃焼効率を改善できることを示した。さらに、実機条件に近い燃焼器入口全圧条件で改良型燃焼器の燃焼特性評価を行い、燃焼器全圧損失率や燃焼効率を実用レベルに向上でき、さらに現行の主な自治体の NOx 指導基準値の 1/2 のレベルにまで高負荷時の NOx 濃度を低減できることを示した。最後に、実機を模擬したセクタモデルにより燃料自動分配機構の実機への適用に関する検討を行い、実機適用に関する知見や留意点をまとめた。 第 5 章は結論として、気体燃料を用いた希薄予混合燃焼法による低 NOx ガスタービン燃焼器の燃料供給系統に燃料自動分配機構を適用することで、負荷の変化によるトラブル等を回避し、燃焼性能を実用レベルにまで向上でき、実用技術として適用可能であることを述べた。			