

学位論文内容の要旨

現在、下水処理施設において下水汚泥からメタン発酵によって生じる未利用のバイオガスを利用する試みが注目されており、その際、高効率の発電システムの導入が不可欠となる。

本研究では、環境性能に優れ低発熱量の燃料使用が可能となるマイクロガスタービン (MGT) を動力源の中心に据えたコジェネレーションシステム (CGS) を構築することを想定して、バイオガスの有効利用を図るための最適なシステム構成法について検討したものである。初めに、下水処理過程でのメタン発酵のエネルギーバランスを考慮して、マイクロガスタービン・コジェネレーションシステム (MGT-CGS) の性能が総合的に気温の違いに大きく影響を受けることを示した。この結果を踏まえ、熱需要が高く年間を通して大きく変化する寒冷条件下でのバイオガスCGSの高効率化に着目した。その結果、ボイラの代わりにヒートポンプを組み込んだCGSの場合により高い性能改善効果をもたらされること、あるいはガス貯蔵装置を組み込んだCGSの場合に生成されたバイオガス量と排熱回収量とともに全量利用できること等を明らかにした。つぎに、地域や気温条件に関わらずバイオガス全量をさらに効果的に利用するためのCGS構成法について検討した。その結果、寒冷地以外でのMGT-CGSの利用をも想定すると、CGSの排熱性能の指標となる排熱回収効率 η_{ehr} を施設内の特性値と見なせる年間平均熱需要量 $Q_{h,d}$ と年間平均バイオガス発生熱量 $Q_{b,p}$ との比である $Q_{h,d} / Q_{b,p}$ 値に一致させることでエネルギー利用率の上で最も効果的なCGSのシステム構成が得られることを明らかにした。さらに、主動力源としてMGTを想定する際、現状施設の規模に応じて適切な発電容量を持つMGT-CGSのシステム性能の予測と最適化についても試みた。その結果、MGT-CGSの全負荷時の燃料入熱量が施設のバイオガス発生熱量と同程度となる場合に最も高効率なMGT-CGSが得られることを明らかにした。

以上より本研究では、排熱エネルギーを有効利用できる発電システムとしてのバイオガスCGS方式を具体的に明確にしてその高効率化についての貴重な指針を得ることができた。

論文審査結果の要旨

本研究では、環境性能に優れ低発熱量の燃料使用が可能となるマイクロガスタービン (MGT) を動力源の中心に据えたコージェネレーションシステム (CGS) を下水処理場において構築することを想定して、バイオガスの有効利用を図るために最適なシステムの構成法について検討している。初めに、これまであまり明らかにされていない下水処理過程でのメタン発酵のエネルギーバランスを考慮して、マイクロガスタービン・コージェネレーションシステム (MGT-CGS) の性能が総合的に気温の違いに大きく影響を受けることを示している。さらに、地域や気温条件に関わらず、バイオガス全量をさらに効果的に利用するためのCGS構成法について検討を加え、最も効率的なシステム構成を具体的に明らかにしている。最後に、現状施設の規模に応じて適切な発電容量を持つMGT-CGSのシステム性能の予測と最適化についても検討しており、MGT-CGSの全負荷時の燃料入熱量が施設のバイオガス発生熱量と同程度となる場合に最も高効率なMGT-CGSが得られることを明らかにしている。なお、この他にも、下水処理量の違いに応じた最適なMGT規模の組合せについて検討を行い貴重な知見を得るまでに至っている。

以上より、申請者は寒冷環境に至るまでの温度条件下において、マイクロガスタービン・コージェネレーションシステムの実用性とバイオガス有効利用の可能性を明示するとともに、その普及に著しく貢献するものである。よって申請者は北見工業大学博士 (工学) の学位を授与される資格があるものと認める。