

審査の結果の要旨

氏名 荒木 秀文

本論文「高湿分空気利用ガスタービンシステムの加湿装置および水回収装置とシステム熱物質収支に関する研究」は、従来並の燃焼ガス温度や圧力比においても高い発電効率が期待でき、負荷変動への追従性に優れる「高湿分空気利用ガスタービン(AHAT)システム」を対象に、その固有構成要素である水回収装置やシステム全体の物質とエネルギー収支に関するモデル化、およびその実験的検証について纏めたものである。AHAT システムは、再生サイクルの一種であるが、再生熱交換器下流のエコマイザにより熱水を生成して再生熱量を増加させるとともに、圧縮空気を加湿することにより作動流体の比エンタルピーと流量を増加させ、熱効率を向上させるサイクルである。本システム固有の要素機器として、排熱回収で得られた熱水をガスタービン圧縮空気へ加湿する増湿塔と、排ガスから湿分を回収する水回収装置がある。増湿塔に関しては、充填物やスプレーによる気液接触方式が従来提案されているが、実用化された例は無く、加湿性能、運用性や経済性を考慮して、AHAT システムに適した方式を検討、実証する必要がある。同様に水回収装置に関しても、今回新たに採用したスプレー式は過去に例がなく、運転条件を考慮した上で本システムに適した方式を設計、実証する必要がある。さらには、AHAT システムは作動流体の組成、流量、温度、圧力が非線形に複雑な応答を示すため、部分負荷運転や起動停止も含めた運用計画の立案にあたり、各要素機器の動作特性を連成させたシステム物質・エネルギー収支の評価手法構築が必要となる。

本論文では、まず本システム固有の機器である増湿塔に関し、本システムに適した方式を検討するとともに、全体システム計算に必要な精度と計算速度を満たす簡略化モデルを導入した。このことで、従来未確立だった部分負荷運転時の応答も含めた運用条件を検討できるようになった。続いて、同じく本システム固有機器である水回収装置に関し、本システムに適した対向流型のスプレー方式を新たに採用した。対交流型スプレー方式は過去に検討例がないため、液滴の流下と相変化および対流伝熱を考慮したモデルを構築した。その上で、複雑な応答を示す機器（増湿塔、ガスタービン、水回収装置等）が組み合わせ

られた全体システムにおいて、各機器の動作特性を連成させた物質・エネルギー収支モデルを構築し、定格運転条件はもちろん、部分負荷運転や起動停止も含めた運用を可能とする機器仕様、および運転計画を策定した。最後に、システム検証機を製作、運転することにより、増湿塔および水回収装置の動作実証、および構築した機器単体モデルおよびシステム物質エネルギー収支モデルの妥当性検証を行い、本システムの原理的な成立性を確認した。

このように、本論文は高効率で負荷変動追従性に優れる AHAT システムを対象に、固有機器である水回収装置内部の熱流動現象のモデリング、および全体物質・エネルギー収支モデルを提案するとともに、実証機を用いた検証を行っている。学術的な価値はもちろんのこと、実用的にも大変有用なものである。従って、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。

