

Title	複合サイクル発電システムの高性能化・最適化に関する研究
Author(s)	辻, 正
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3184359
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	辻 正 ^{ただし}
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 16212 号
学位授与年月日	平成13年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械物理工学専攻
学位論文名	複合サイクル発電システムの高性能化・最適化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 高城 敏美 (副査) 教授 香月 正司 教授 片岡 勲

論文内容の要旨

本論文は、LNG 気化ガス（天然ガス）を燃料とする複合サイクル発電システムにおいて、今後の発展に必要な高性能化技術課題である高温化・低公害化・複合化を対象とし、新たに開発した技術を適用することによってシステムを最適化し、その性能改善効果を明らかにしている。

第1章の緒論では、火力発電分野の従来の技術および研究を概観し、本研究が主題とする3種類の新システムの位置付けを示し、本研究の目的と概要について記述している。

第2章では、高温化を支援する技術としてガスタービン冷却空気を削減した CASCADE 冷却技術によって複合サイクル発電システムの発電効率を改善することを提案し、その効果を評価している。この技術はガスタービンに不可欠の翼冷却空気を安全に削減する技術で、その効果自体に加えてさらに燃料予熱および低圧蒸気タービンの増出力の相乗効果を発揮することで性能向上を可能としている。

第3章では、排気無排出プラントを高効率で実現するために CH_4/O_2 燃焼の閉サイクルガスタービン ($\text{CO}_2 \cdot \text{CB}$) と CH_4/O_2 燃焼蒸気タービンを組み合わせた複合発電システムを提案し、その高効率化のための最適条件を評価している。 $\text{CO}_2 \cdot \text{CBC}$ については最適な作業流体組成を決定し、燃焼蒸気タービンについては効率向上のための温度・圧力およびシステム構成を評価している。その結果、排気無排出でなお且つ従来の複合発電システムを上回る高効率を実現できる可能性を明らかにしている。

第4章では、燃料電池本体の冷却を最適化した内部冷却型 SOFC（固体酸化物型燃料電池）を提案し、燃料電池をガスタービンの圧縮機とタービンの間に配置する複合発電システムについて高性能を得るための要件を明確にしている。燃料電池とタービンの間に燃焼器を配置する再熱方式と、燃焼器を用いない非再熱方式の二方式について性能上の相違点を明らかにし、さらに燃料電池性能を阻害する因子はその冷却空気の多量消費にあることを指摘してその低減によって高性能システムを構成し得る可能性を示している。この技術により従来からの実用システムの効率よりもはるかに高い発電端効率68% (HHV) を達成できることを示している。

第5章では、本研究で得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

大型火力発電所ではエネルギーの消費量が莫大であるため、熱効率の向上を最大限に追求すること、また、地球温暖化の主原因であるCO₂の排出を抑制することが要請されている。

本論文は、複合サイクル発電システムにおいて、高性能化のための高温化・低公害化・システム複合化を対象とし、新たな技術を適用することによってシステムを最適化し、その性能改善効果を明らかにしている。

本論文で得られた結果を要約すると以下の通りである。

- (1)高温化を支援する技術としてタービン翼冷却空気を削減した CASCADE 冷却技術によって複合サイクル発電システムの効率を改善することを提案し、その効果を評価している。この翼冷却空気を安全に削減する技術とともに、燃料予熱および低圧蒸気タービンの増出力の相乗効果により、性能向上を可能としている。
- (2)排気無排出プラントを高効率で実現するために CH₄/O₂燃焼の閉サイクルガスタービン (CO₂・CBC) と CH₄/O₂燃焼蒸気タービンを組み合わせた複合発電システムを提案し、その高効率化のための最適条件を評価している。CO₂・CBC については最適な作業流体組成を決定し、燃焼蒸気タービンについては効率向上のための温度・圧力およびシステム構成を評価している。その結果、排気無排出でなお且つ従来の複合発電システムを上回る高効率を実現できる可能性を明らかにしている。
- (3)燃料電池本体の冷却を最適化した内部冷却型 SOFC (固体酸化物型燃料電池) を提案し、燃料電池・ガスタービン複合発電システムについて高性能を得るための要件を明確にしている。燃料電池とタービンの間に燃焼器を配置する再熱方式と、燃焼器を用いない非再熱方式の二方式について性能上の相違点を明らかにし、さらに燃料電池性能を阻害する因子はその冷却空気の多量消費にあることを指摘してその低減によって高性能システムを構成し得る可能性を示している。この技術により従来からの実用システムの効率よりもはるかに高い発電端効率68% (HHV) を達成できることを示している。

以上のように、本論文は発電プラントの高性能化のためのシステム構成について、新たな技術を適用することによってシステムを最適化し、その性能改善効果を熱工学的に明らかにしたものであり、熱工学およびエネルギーシステム工学の分野に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。