

Title	二酸化炭素を作動流体とする動力発生プラントに関する研究
Author(s)	藤井, 照重
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/2015
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	藤 井 照 重
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 4 8 0 2 号
学位授与の日付	昭和 55 年 1 月 29 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	二酸化炭素を作動流体とする動力発生プラントに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 石谷 清幹 (副査) 教授 水谷 幸夫 教授 増淵 正美 教授 赤木 新介

論 文 内 容 の 要 旨

熱機関の熱効率改善は緊急の課題であるが、本論文は従来慣用されている水、空気（燃焼ガス）以外の作動流体として二酸化炭素を選び、これを使った熱機関に関するサイクル論上および動特性上の問題を体系的に研究したものである。

本論文は2編から構成されている。第1篇はCO₂動力プラントのサイクル論的研究で、6章からなっている。第1章は緒論である。第2章では液相圧縮CO₂サイクルをブレイトンサイクル効率改善の一方法としてとらえ、その有利性をサイクル論的立場から証明している。第3章ではCO₂サイクルの熱効率特性つまり高温、高圧化によるサイクル効率の改善などを再熱の場合を含め明らかにし、さらにタービンの大きさ、熱伝達率、圧力損失に関して従来の水ランキンサイクルの場合と比較、検討している。第4章ではCO₂の物性値近似式を作成し、これを用いてサイクルを解析し、各因子の熱効率などに及ぼす影響を数式で表明している。第5章ではエクセルギを用いてサイクルを解析し、サイクルを解析し、サイクルにおけるエネルギー損失を原因別に分析する方法を示し、また分析結果を示している。第6章は結論で、第1編で得られた結果の総括である。

第2編はCO₂動力発生プラント実現への実証的研究で、7章からなっている。第2章はCO₂を作動流体とする液相圧縮超臨界圧力の動力発生実証試験プラントの計画概要を示している。第3章では各機器の静特性結果および本プラントで採用している小形タービンの出力特性を空気運転結果とあわせ明らかにしている。第4章ではプラント動特性の理論的研究として個々の機器の単容量系解析を示し、次にそれらを総合して実証プラント全体のブロック線図を作成している。なお、CO₂動力発生プラントの動特性上主要な役割を果すと考えられる加熱器、再生器については分布定数系とした非線

形解法を含む数種のモデル解法、とくに再生器では移相域の変化を考慮した単容量系線形化解法を示している。第5章では実証プラント動特性の実験結果すなわち過渡応答特性を示すとともに、その物理的現象を単容量系解析をもとに考察している。第6章では実証プラント全体のシミュレーション結果と実験結果を比較している。第7章は結論で、第2編で得られた結果の総括である。

論文の審査結果の要旨

本論文は、熱機関の熱効率改善の方途探求に寄与することを目的として、従来慣用されている水と空気（燃焼ガス）以外の作動流体として二酸化炭素を選び、これを使った熱機関のサイクル論上および動特性上の問題を体系的に研究したもので、その主な成果を要約すると次のようになる。

- (1) 二酸化炭素サイクルのサイクル論上の位置を明らかにした。すなわち、熱機関のサイクルは作業流体が空気（燃焼ガス）の場合にはブレイトンサイクル、作業流体が水の場合にはランキンサイクルが基本となり、これらが基本的である限り作動流体の種類をかえても諸特性とくに熱効率特性への影響はあまり大きくない。しかし二酸化炭素は臨界温度が 31.1°C で常温よりもやや高いところにあるので、ブレイトンサイクルの圧縮過程を部分的にランキンサイクルと同様の等温凝縮過程でおきかえた特殊なサイクルである液相圧縮超臨界圧 CO_2 サイクルを実現できる。
- (2) このサイクルにも一段再生、二段再生、再熱などの各種の方式があるが、タービン入口圧力、温度など多数の設計上の因子の熱効率特性に及ぼす影響を詳細に検討し、タービン入口圧力が200～300気圧、タービン入口温度 650°C 以上では従来のサイクルよりも有利になることを示した。この検討に際して各種因子の影響を簡単な数式で表現し、大局的判断の便に供し、またエクセルギ解析結果も示した。
- (3) このサイクルによる動力プラント実現への実証的研究として、出力3KWの小型タービン、2本並列コイル管より成る加熱器を中心とする一連の試験プラントを建設し、実証運転を行い、とくにプラントの動特性を理論的解析結果と比較した。このプラントは小型ではあるが液相から気相への相変化を伴う加熱器および再生器をもつ点は現実のプラントと同様であり、その静特性と動特性を測定し、理論値と比較検討した点に意義がある。

熱機関の熱効率改善に向けての研究開発は多方面にわたって行なわれているが、本論文は二酸化炭素を作業流体とする液相圧縮超臨界圧プラントに関してその大局的判断の基礎となる新知見を提供し、機械工学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。