

## 審査の結果の要旨

氏名 藤原 尚義

本論文は、「ヘリカル圧縮機に関する研究」と題し、5章より成っている。

ガス圧縮プロセスは、様々な生産プロセス、エネルギープラント、そして空調冷凍機器などにおいて、それらの性能、効率などを決定する極めて重要な要素となっている。特に、空調冷凍機用の容積形圧縮機は、近年のエネルギー問題、地球環境問題と共に、各国での冷凍空調機器の幅広い普及を勘案すると、その高効率化、静穏化、環境負荷低減、そして低コスト化などが急務といえる。本論文は、前述の観点から著者らが開発した独自の容積形圧縮機構、即ち、らせんブレード、ローラ、シリンダの3点から構成されるヘリカル圧縮機の基本特性を解明し、その一般的な設計指針を構築したものである。

第一章は序論である。まず、既存の流体機械における圧縮機の分類を示し、特に容積形圧縮機構に注目して説明している。これらの圧縮方式の構造と特徴を述べ、圧縮行程を示す指圧線図から圧縮仕事と圧縮損失をそれぞれ吟味することによって、従来の圧縮機構の長所短所を明らかにしている。

第二章では、ヘリカル圧縮機構の原理に触れている。らせんブレードをローラ外周に形成された変ピッチのらせん溝と噛み合わせる形で巻き付けたものを、シリンダ内に挿入し偏心して配置することにより、複数の圧縮室が形成され、ローラがシリンダに対して公転運動すると、圧縮室空間に閉じ込められたガスはらせんに沿って移動する。この時、らせんが変ピッチであるため、回転と共に空間容積が次第に小さくなり、ガスが圧縮される仕組みが実現されている。この機構は、変ピッチのらせんを用いて、弁のない連続的な圧縮を可能にしており、また、弾性材料から成るらせん状の部品を用いた点が、従来の圧縮機構と大きく異なる。ヘリカル圧縮機構は1987年に筆者らが新たに考案し、自ら理論的な解析と設計的な検討、及び実際の圧縮機としての試作開発を長期間にわたり繰り返し行い、圧縮機としての性能・信頼性を有することの知見を得て、2000年にヘリカル圧縮機を世界で初めて実用化した経緯も述べられている。

第三章では、圧縮機構の理論解析を行っている。ヘリカル圧縮機構の圧縮性能に関しては、らせん形状についての設計の考え方について述べると共に、圧縮機として高性能を得るためには選

扱すべきらせん形状，らせん形状の理論的な定式化を検討している．これらの解析結果を基にして，らせんによって形成される圧縮室の容積を求め，回転角度に対する圧力変化，圧縮室間の差圧，過圧縮量，圧縮負荷，トルク変動など，圧縮行程の諸特性を理論的に導いている．圧縮機の信頼性に関しては，らせんブレードの材料に要求される特性を明らかにし，圧縮機の運転において想定される曲げ変形と差圧による応力を理論的に導出している．

第四章では，ヘリカル圧縮機としての性能と信頼性の実証を試みている．前章で求めたヘリカル圧縮機構の理論解析法を用いて圧縮機を設計製作し，実際の運転における性能・信頼性の検証を行った．性能面に関しては，圧縮機運転中の圧縮室内の圧力を回転角度毎に測定し，理論値と定量的に比較することによって，実現された圧縮行程の解明を行い，理論解析との一致を確認した．信頼性に関しては，らせんブレードにかかる曲げ変形・摺動摩耗について，前章で求めた計算結果を元にした材料のテーブルテスト評価と，圧縮機の長期耐久試験により検証を行い，信頼性を確保するために必要な応力の基準値を導いている．

第五章は結論であり，本論文で得られた成果をまとめ，ヘリカル圧縮機の基本特性，その設計指針について具体的な結論を導いている．

以上，本論文は，前例の無いヘリカル圧縮機構を提案し，その基本的な機械力学的，熱力学的な理論解析を行い，優れた性能と効率をもたらすヘリカル圧縮機技術を確立し，さらし実験的にその妥当性を明らかにしたものである．特に，ヘリカル圧縮機構が持つ固有の課題である「らせん」を中心に，理論的な解析を行うと共に，実際の圧縮機としての運転によって検証を行い，性能・信頼性を満足するための設計基準となるものを導いたことには，高い独創性が認められる．これらの知見は，将来の新しい圧縮機機構の設計に有用な指針を与えるもので，空調冷凍工学をはじめ機械工学の上で寄与するところが大きい．

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる．