

氏 名	大 槻 幸 雄 おお つき ゆき お
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 1159 号
学位授与の日付	昭 和 54 年 3 月 23 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	ガスタービンの性能に関する研究

(主 査)
論文調査委員 教授 大東俊一 教授 池上 詢 教授 佐藤 俊

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は産業用高性能ガスタービンの開発にあたって、熱効率の向上、低生産コストのための軽量小形、単純構造の設計を目標とした研究をまとめたもので、6章からなっている。

第1章緒論では、ガスタービンのこれまでの発展を概説し、ガスタービンが航空機用として成功しているにもかかわらず、他の用途の原動機として未だ広く用いられない理由は、熱効率が低いこと、負荷変動に対する応答性の悪いこと、生産コストの高いことにあることを述べている。著者はガスタービンの効率を改善するには、圧縮機、タービンの翼列中に生ずる二次的流れと翼先端すきまのタービン作動におよぼす影響を考慮した設計が必要であるが、それが未だ明確にされていないことを指摘し、本研究では、まず、翼列中の二次的流れ、翼先端のすきまの影響を追求し、さらに多段ガスタービンの回転速度、ガス流量、効率、反動度などの特性パラメータを求める方法、全作動機にわたりこれら特性パラメータ間の関連を明確に示す表示法の提案など、本論文の内容を述べ、研究の目的と意義を明確にしている。

第2章では、翼列に生ずる二次的流れおよび翼先端すきまの影響について述べている。翼列には著者が流路渦、自由渦、随伴渦と名付けた3つの渦が存在し、軸流圧縮機、軸流タービンの翼列ではこれを考慮しなければ翼列の性能を把握することができないことを指摘した上、これら3渦の性格、大きさ、巻き込み位置を理論的に明らかにし、計算によって求めた誘導角の翼巾方向に沿う変化が実験結果とよく一致することを実証し、翼列後方の流れの正確な計算方法を示している。

さらに、翼先端すきまにより、流路渦、随伴渦の強さは減少し、主流は自由渦によって支配されることを明らかにし、これより翼先端すきまによる誘導角の変化を算出し、この結果が実験結果とよく一致することをも実証している。これらの計算はガスタービンのみならず、一般にターボ機械の計画・設計に広く利用できる有効な手段であることを示している。

第3章では、直線翼列の風洞実験法について述べている。タービン翼列性能は一般に風洞実験によって調べられるが、減速翼列の場合、境界層の吸い込みを行なわないと、二次的流れによる転向角が大きくなるため、実験結果をそのまま実機の設計に利用できないことを指摘するとともに、境界層の吸い込みを行

なわなない実験結果から、翼列性能を求める方法を導いている。

第4章では、単段軸流タービン特性の理論的計算法について記述した後、これを多段軸流タービンに拡張し、タービン翼列内の流れ、静翼・動翼出入口の熱力学的状態を求める式を導き、これをもとにして、膨脹比、ガス流量、回転速度、効率、反動度などのタービン特性パラメータを求めている。ついで、これら特性パラメータのタービン設計に有効な表示法を提案している。この表示法によると、第2章で述べた翼列中の二次的流れ、翼先端すきまの影響を考慮したタービン特性をすべての作動域にわたり明示することができるので、圧縮機とタービンとのマッチングの予測にも極めて有用であることを述べている。

第5章では、以上の解析結果を利用して産業用ガスタービンを開発し、実用機による性能向上研究の結果について述べている。開発方針としては構造の簡単化、高圧力比の採用、小形構造に特に重点をおき、計画特性と実機の運転性能結果とを比較し、両者はよく一致していることを確認し、本論文で述べた計算式が妥当であることを実証している。最後に、開発したガスタービンの性能向上のために行った燃焼器の改善、軸系の振動など機械的な問題点の改善についても記述している。

第6章は結論で、以上の研究結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

ガスタービンは往復式機関にかわる有力な原動機の一つであるが、現状では熱効率が低く、かつ生産コストが高いため、航空機用以外にはまだ広く使用される段階に至っていない。著者はこれらの欠陥を改善するための基礎研究を行ない、すぐれた性能をもつ産業用ガスタービンの開発に成功した。本論文はこの研究をまとめたもので、主要な成果は次の通りである。

(1) タービン翼列では、著者が流路渦、自由渦、随伴渦と呼ぶ3つの渦を考慮しなければならないことを指摘し、それらの性格、大きさ、巻込み位置を明らかにし、誘導角の翼巾方向にそう変化を理論的に求め、その結果が実験とよく一致することを実証した。これより、翼列後方の流れを正確に求めることができ、翼設計の改善により、タービン効率を向上させることができる。

(2) 翼先端すきまにおける上記の3つの渦の挙動を明らかにし、翼先端のすきまの大きさに対する誘導角の変化を明らかにした。この手法は、ガスタービンはもとより、一般のターボ機械に適用できるものである。

(3) 減速翼列の風洞実験において、境界層の吸い込みを行わないと二次的流れにより転向角が大きくなるため、実験結果はそのまま実機設計に利用できないことを立証した上、吸い込みを行わない実験結果から翼列性能を求める方法を導いた。

(4) 単段および多段の軸流タービンにおいて、タービン翼内の流れ、静翼および動翼出入口におけるガスの熱力学的状態を静翼、動翼における損失係数のみを与えて求める方法を示した。

(5) 多段ガスタービンにおける膨脹比、熱落差、修正回転速度、修正ガス流量、反動度、出力などの特性パラメータ算出式を求めた。

(6) (修正ガス流量) × (修正回転速度) を横軸に、膨脹比を縦軸にとり、他の特性パラメータ一定の線を1つの図に描くガスタービン特性線図を提案した。この表示法によれば、タービン特性に対するそれぞ

れの特性パラメータの影響が極めて明確に示されるので、この表示法はガスタービン諸元の設定、圧縮機とのマッチングなどに極めて有効な方法である。

(7) 以上の成果をもとにして開発したガスタービンは数少ない実用例に比較して熱効率は向上し、軽量小形、構造簡単であって、現在の往復式機関と同程度の生産技術で製造しうるもので、産業用ガスタービンとして今後さらに発展することが期待される。

以上要するに、本論文はガスタービン翼列内のガス流れを解明し、タービン翼に改善を加えて熱効率を高め、さらに特別な高精度加工技術を必要としない簡易構造のガスタービンを開発し、往復式機関にかわり広く実用原動機として使用される端緒を開いたもので、学術上、工業上寄与するところが多く、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。