

卒業論文要旨

卓上ガスタービンの開発

筒井研究室

松本貴大

1. 緒言

4年前の東日本大震災により、原子力発電所などの稼動が危ぶまれ、原子力発電に取って代わるような効率の良い発電方法が求められている。ガスタービン・コンバインドサイクル発電は熱効率が非常に良い。そのため今後、最も注目される発電方法である。

しかしガスタービンは、普段目にする事が無い。そのため、一般的に構造を理解することは難しいのが現状である。またガスタービンは、高温、高圧であり、さらに高回転であるため騒音が発生する。また圧縮機、タービンともに多段であり構造が複雑である。それゆえ、理系学生にとっても身近なものであるとは言いがたい。

そこで、本研究は小型、低音で構造が理解しやすいガスタービンの開発を目指す。

2. 圧縮機、タービンの設計、製作

圧縮機、タービンの設計はスタaggerとソリディティを考慮した2次元翼列で計算し、それを円筒面上に巻きつけ翼形状とした。その翼列を座標データに変換したのちにCADデータを作成し、厚さ50mmのアルミインゴットをNC加工機で切削し、型を製作した。さらに圧縮機、タービンともにアルミを曲げることによって板金で製作した。また製作時間短縮を狙い、3Dプリンターでも型を製作した。

さらに、前縁での早期剥離を抑えるために前進翼、トリッピングワイヤーなどを取り付けた。以下に製作した翼の概要を示す。

表 1. 製作した翼の主な値

No.	翼枚数	周速比	揚力係数	迎角	反り	前進角
1	8	2.6	0.6~1.0	5.48~9.16	-	-
2	2	3	0.8	7.31	-	-
3	2	5	0.8	7.31	-	-
4	2	5	0.8	7.31	-	45°
5	2	5	0.8	-	0.0637	45°
6	2	5	0.8	-	0.0637	-

また、3Dプリンターを用いて製作した型(No.4)を図.1に、



図 1.No.4

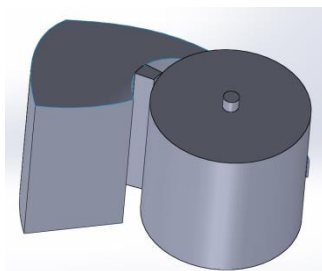


図 2.No.6

SolidWorks を用いて設計した型(No.6)を図.2に示す。

3. 実験方法

卓上ガスタービン(図3)では、回転数、軸流速度、タービン出口温度、室温を計測し、タービンだけを取り付けたときの回転数、軸流速度を圧縮機も付けたときのデータが上回っていれば、自立運転が達成されたと考える。

また、製作した圧縮機、タービンの性能を把握するために、性能試験装置(図4)を使用した。性能試験装置は、回転数、軸流速度、差圧を計測し、回転数はモーターで制御し、軸流速度は吸引機を上部に取り付けることで可変とした。さらに沈鐘式微差圧計を使用することで、圧縮機やタービン通過前と後での圧力差を計測することが可能になった。以上のことから、揚力係数と迎角の関係性を可視化し、圧縮機、タービンそれぞれ単体での性能を把握することができる。



図 3.卓上ガスタービン

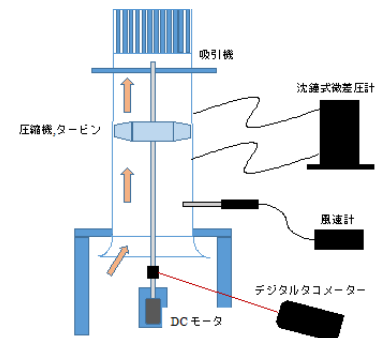


図 4.性能試験装置

4. 実験結果と考察

表1でのNo.1~No.4の翼は反りがなく平板の集まりである。実験結果として、平板では設計値よりも性能が悪い。そのため前縁から剥離していると考えられる。また性能改善を狙い、前進翼を製作することやトリッピングワイヤーを付けたが、それでも自立運転には至っていない。

そこで、翼に反りを与え無衝突流入角を作ることによって前縁での剥離を抑えることとした。しかし、翼に反りを与えると幾何学的に2次元の図面に写すことが出来ない形状になってしまう。そのため現段階ではアルミを添わせる型しか製作できておらず、性能試験には至っていない。アルミを叩いて伸ばしながら成型するという方法もあるが、翼面に凹凸が出来てしまい、正確さにも欠けると考えられる。そこで、今後は反りを与えた翼の製作方法を検討していく。また反りを与えた翼で性能試験、卓上ガスタービンでの実験が出来れば自立運転も近いと考えている。

文献

山名・中口 (1972) 「付録 B」 山名 正夫・中口 博『飛行機設計論』養賢堂、B6.5~B6.6 559~572 ページ