



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



軸流反転ファンの効率特性に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター 公開日: 2019-04-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 長谷川, 雄人, 中田, 大将, 内海, 政春 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009861

軸流反転ファンの効率特性に関する研究

○長谷川 雄人（航空宇宙システム工学コース 学部4年）

中田 大将（航空宇宙機システム研究センター 助教）

内海 政春（航空宇宙機システム研究センター 教授）

1. はじめに

軸流反転ファンとは、動翼間に静翼を持たず2枚の動翼を反対方向に回転させることで、通常の軸流ファンに比べ高圧力比・高効率を得られる技術である。この技術は船のスクリューやPCの冷却ファンなど亜音速領域では広く採用されているが、ファンの相対速度が超音速に達する領域では効率が低下する性質がある。そこで、前述の超音速領域での効率特性を明らかにし、改善することが本研究の最終的な目的である。そのため、本学ではジェットエンジンへの適用を視野に、実験や数値解析をおこなってきた。本年度は実験装置の精度評価をおこない、計測系を改良することで実験データの精度向上に成功した。さらに、CFD解析をおこなうことで回転数ごとのファン効率の特性を明らかにした [1]。



図1 軸流反転ファン実験装置（ケーシングなし）

2. 精度評価

2-1. 実験装置の精度向上

実験で得られたデータを参考に精度評価をおこなった。結果を図2に示す。

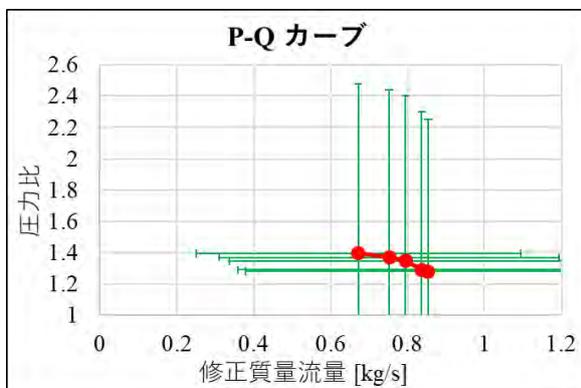


図2 P-Q カーブ（計測系改良前）

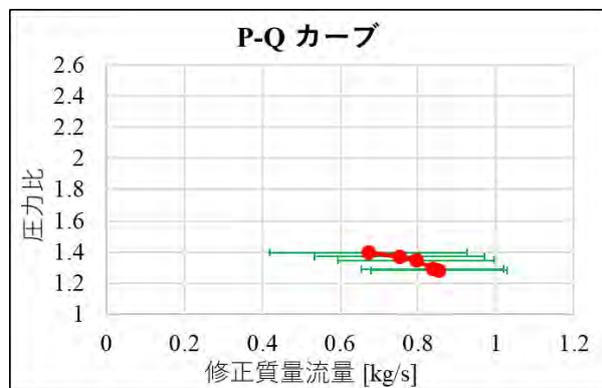


図3 P-Q カーブ（計測系改良後）

図2より、圧力比は約1.0、修正質量流量では約0.4 kg/sの誤差が生じることがわかる。この結果を参考にして圧力計の精査をおこない、3種類の圧力計を新たに購入し精度の向上を図った。例として図2の実験データをもとに算出すると、次回以降の実験では図3に示すような精度を得ることができる。

2-2. 先行研究の精度評価

新たに購入した圧力計を用いて従来の実験に使用していた圧力計のキャリブレーションをおこなった。周囲圧力約5 kPa時の計測値を図4に示す。図4より、従来の圧力計の精度は計測値 ± 0.1 kPaであることがわかったため、この結果を用いて平成28年度以前の実験値について精度評価をおこなった。結果を図5に示す。

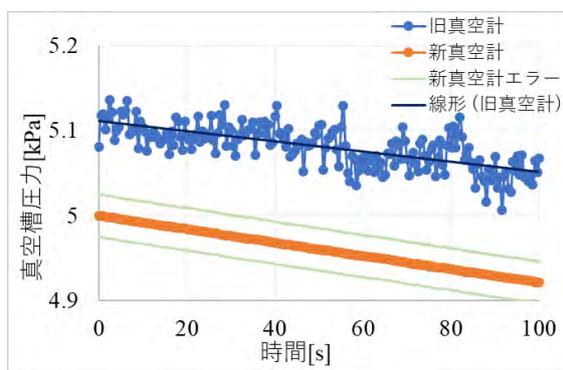


図4 圧力計の比較

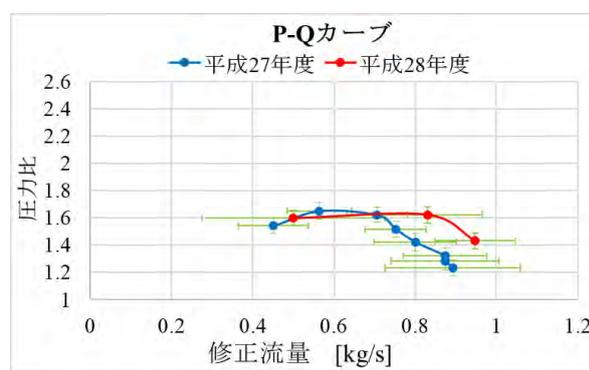


図5 平成28年度以前の実験値の精度評価結果

3. CFD 解析

軸流反転ファン実験装置の様々な実験条件での効率特性を取得するために、CFD解析をおこなった。境界条件は入口に全圧・全温を指定し、出口に質量流量を指定した。乱流モデルには先行研究[2]との比較も兼ね、汎用性の高いk-εモデルを採用した。解析条件を表1に示す。また、解析に使用した3Dモデルを図4に示し、解析領域を図5に示す。

表1 境界条件一覧

作動流体		理想気体	
回転数 [rpm]		24000 ~ 40000	25200 ~ 42000
入口条件	全圧 [kPa]	5	
	全温 [K]	288	
出口条件	質量流量 [kg/s]	0.033 ~ 0.055	
乱流モデル		k-ε モデル	

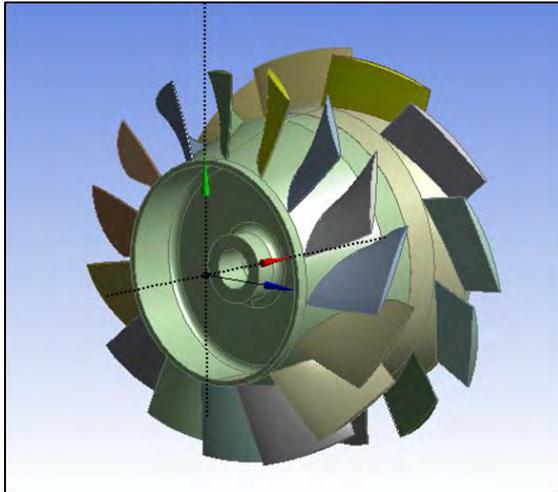


図4 解析に使用した 3D モデル

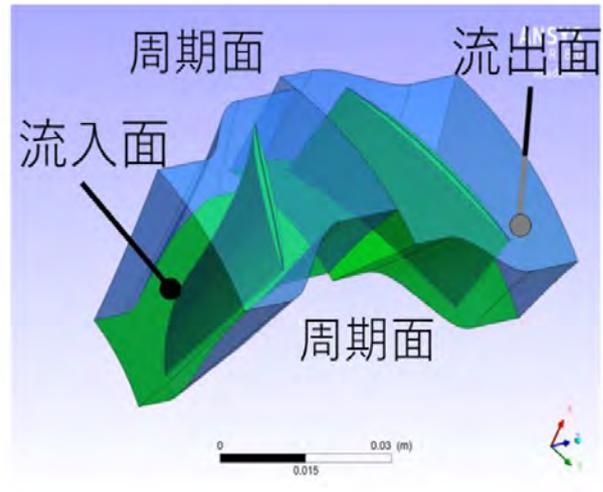


図5 解析領域

ファンの定格回転数である $N1 = 40000 \text{ rpm}$, $N2 = 42000 \text{ rpm}$ と、その 60%である $N1 = 24000 \text{ rpm}$, $N2 = 25200 \text{ rpm}$ の間で回転数を変化させ解析をおこなった。結果を図 6 に示す。

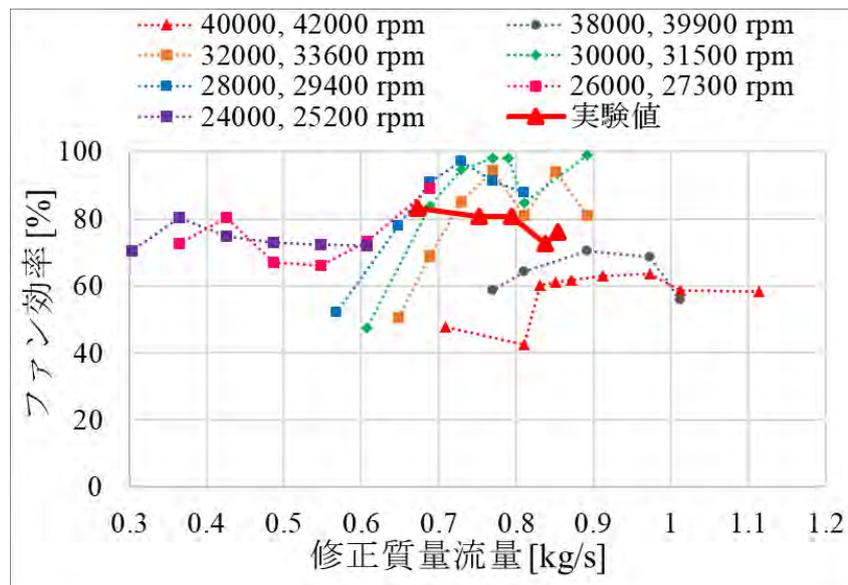


図6 CFD 解析によって得られた回転数ごとのファン効率の比較

図 6 より回転数を変化させることによって、効率特性が変化することがわかった。また、図 6 中の“実験値”は定格回転数でファン効率を取得したものである。実験値と 40000 rpm, 42000 rpm の解析値を比較すると、定量的に異なっていることがわかる。そのため、今後は解析モデルの改良を実施する予定である。

参考文献

- [1] 長谷川雄人, 軸流反転ファンの効率特性に関する研究, 室蘭工業大学平成 29 年度卒業論文, 2018.
- [2] 立桶薫, 超音速軸流反転ファン実験装置の構築及び評価, 室蘭工業大学平成 27 年度修士論文, 2016.