

補助事業番号 2021M-126

補助事業名 2021年度 マイクロファンの入口流れの最適化 補助事業

補助事業者名 法政大学 理工学部 機械工学科 平野利幸

1 研究の概要

ノートパソコンや小型情報機器の冷却には、マイクロファンが多く用いられている。しかし、ファンの設置スペースや通風のための流路は狭小であり、ファン自体にはそれを補う小型かつ流量増加を含めた高い冷却性能が求められている。本研究では、羽根車入口流れの諸損失を実験および解析によって明らかにすることを目的とし、設計した羽根車を製作し、性能試験を行った。さらに実験と同様の流れ場を数値流体解析を用いて比較、検討した。

2 研究の目的と背景

マイクロファンはファンモータが大きいためハブ側の直径が大きくなり、その結果、十分な流路面積を確保できていない。羽根車入口では翼付近を通過する空気の流れは、軸方向にスムーズに流入するが、羽根車の中心付近では、空気はファンケースに衝突したあと、半径方向に非常に遅い速さで移動して翼内部へと流入する。その両者の速度差はおよそ10倍以上異なる。本研究では、羽根車入口流れの諸損失を実験および解析によって明らかにすることを目的とし、マイクロ軸流ファンにおいては羽根車とケーシングとの間のクリアランスの影響を調査した。また、羽根車入口付近の形状を変更した羽根車を製作し、羽根車入口付近の流れを比較、検討した。マイクロ遠心ファンにおいては羽根車出口の翼負荷を大きくするために翼形状を変更しその影響を調査した。

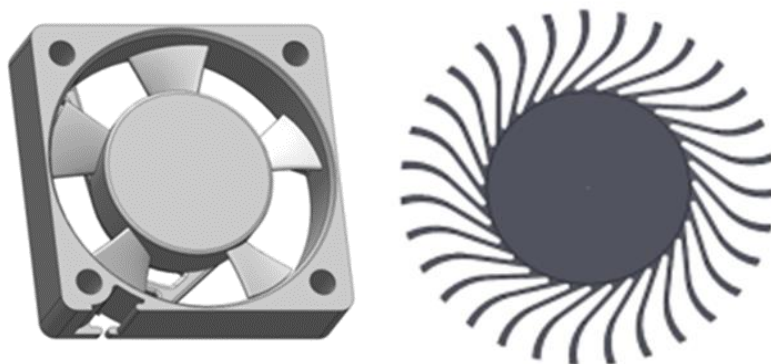
3 研究内容

(1) マイクロ遠心ファンの技術開発

<http://fluidmachinelab.web.fc2.com/jka.html>

① 羽根車および性能試験装置の設計

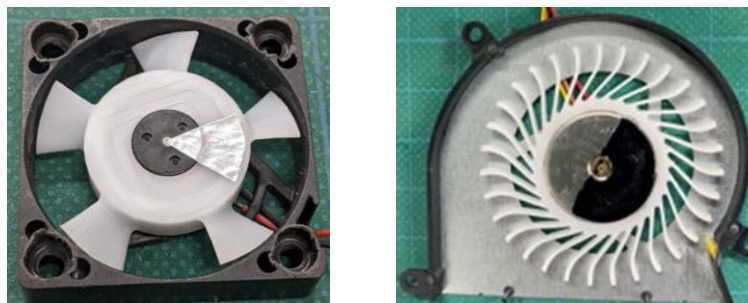
軸流羽根車の設計では、羽根車入口付近の流れを改善するための方法をいくつか検討した結果、ハブ側の形状を凸型にすることにより、翼に空気が流れやすいように改良したモデルを設計した。凸型の形状も何種類か用意し、入口流れの影響を検討した。丸みをつけることで、羽根車の総重量が増加すると、羽根車の回転数が低下し、性能も低下する可能性があるため、回転数が落ちない範囲での改良に留めることとした。遠心羽根車の設計では、翼負荷の向上を目指し、翼端の羽根高さを増加させた羽根車を設計し、その影響を比較検討することとした。まずは数種類の羽根車を3次元CADでモデリングすることができた。



設計した羽根車（左：軸流羽根車、右：遠心羽根車）

② 羽根車および性能試験装置の製作

設計した試験装置をベースに材料を発注し製作した。性能試験では段階的に設定した静圧における流量を測定する際、従来の装置では低流量側の静圧が安定しにくかったが、今回の製作で流量が安定できるように配管系の設置を工夫し、安定した測定が可能になった。また、羽根車の製作はCAMを用いて加工パスを作成し、NC加工によって羽根車を加工した。



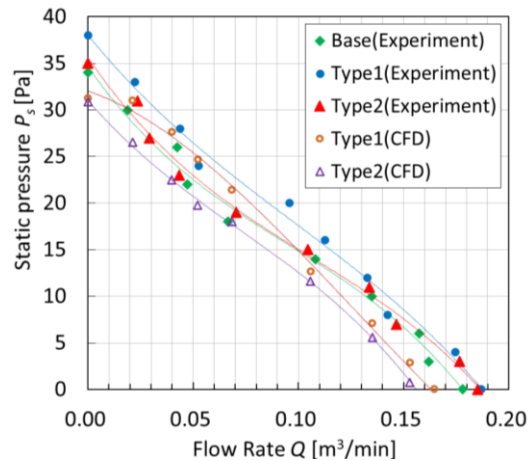
製作した羽根車（左：軸流羽根車、右：遠心羽根車）

③ 性能試験

試験装置については、本研究室で製作した試験装置を用いて動作確認を行った。その結果、従来の測定装置と同様の結果を得ることができた。また低流量側についても従来よりも静圧および流量が安定し、測定のはらつきを抑えることができた。また、実験結果と解析結果は定性的に良く一致した結果となった。

④ 流体解析

製作した羽根車の性能試験と同様の流れ場を再現し、流体解析を行った。定常解析を行った結果、マイクロ軸流ファンもマイクロ遠心ファンも最高圧力付近の解析結果と実験結果に多少の差が見られるが、高流量側では定性的に良く似た傾向を捉えることができた。



マイクロ軸流ファンの性能特性の結果例（実験結果および解析結果）

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

研究成果を踏まえ、マイクロ軸流ファンおよびマイクロ遠心ファンのさらなる性能向上を目指し、設計パラメータの各性能への相関関係の探求、羽根車入口流れのさらなる改善、ファンケーシングの改良を施すことによって、マイクロファンの新たな設計指針の確立に向けてその成果が期待できると考える。これはマイクロファンの性能向上に向けた新たな取り組みであり、従来の設計手法にない、新たな設計パラメータを適用することによって空力性能の向上が図られるきっかけになった。そこで、今後も引き続きマイクロファンの性能向上を模索しながら日々の研究に邁進していきたいと考えている。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本研究者は流体力学を専門としており、特に遠心圧縮機やファンなどのターボ機械の性能と内部流れの研究に従事している。近年、コンピュータ、プロジェクターおよびAV機器などの情報機器が多く利用されているが、これら情報機器の内部部品や素子から発する熱を筐体外に排除することが必要であり、その排熱方法としてファンによる強制空冷が広く利用されている。しかし、マイクロファンは産業用の大型遠心ファンと比べて、羽根の設計指針は確立されておらず、流量増加を含めた高い冷却性能の改善が望まれており、さらなる性能向上が求められている非常に重要なテーマの一つである。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

なし

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

なし

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

(国内学会予稿)

- 平野利幸, 御法川学, 段付きケーシングを有するマイクロ軸流ファンの性能に及ぼす影響, 日本設計工学会 東海支部 令和3年度研究発表講演会.

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 法政大学 (ホウセイダイガク)

住 所: 〒184-8584

東京都小金井市梶野町3-7-2

担 当 者: 平野利幸 (ヒラノトシユキ)

担 当 部 署: 理工学部 機械工学科 流体機械研究室

(リコウガクブ キカイコウガツカリユウタイキカイケンキュウシツ)

E - m a i l: thirano@hosei. ac. jp

U R L: <https://fluidmachinelab.web.fc2.com/>