

# プロペラの形と風圧の関係性について

物理班 赤瀬健祐 赤坂裕紀 阿南凌 高橋莞市

## 1. はじめに

プロペラ機がなぜ飛ぶことができるか疑問に感じ、この実験を開始した。プロペラ機はプロペラを回転させ、翼に空気を送ることで揚力を得て飛ぶことができる。そこで我々は機体の形状や重さ、エンジンの馬力を変えずにプロペラの形状だけを変えてプロペラ機を速度を効率的に上げられるプロペラの形状を探った。その際、慶應義塾大学理工学部機械工学科の2013年度機械工学創造演習の「プロペラの形状と推進力について」のレポートを参考とした。

## 2. 実験方法

### (1) 準備物

30mm・40mm・50mmの3枚羽と40mmの6枚羽をそれぞれ2枚ずつ、タミヤ社製モーターFA-130RAを2個、アルカリ乾電池(1.5V)を2個、3Dプリンターで製作した基盤、電子天秤。

### (2) 実験原理

プロペラを回転させることで得た風圧を上に向けることで電子天秤の値を上昇させ、結果から、より大きい揚力を得ることができるプロペラの形状を探った。

### (3) 実験方法

プロペラを回したときと回していないときの質量の差から風圧を求めた。

実験①:羽の枚数を同じにして、長さを変えた。

実験②:羽の長さを同じにして、枚数を変えた。

## 3. 仮説

羽の枚数が多く、長さが長いプロペラがより大きい揚力を得ることができると予想した。

## 4. 結果

(実験①)羽の枚数を同じにして、長さを変えた。

羽の枚数と長さ	変化した電子天秤の値(g)
30mmの3枚羽	+5.64
40mmの3枚羽	+6.54
50mmの3枚羽	+6.82

上の結果より、羽の長さが長いほど生じる風圧が大きくなった。

(実験②)羽の長さを同じにして、枚数を変えた。

羽の枚数と長さ	変化した電子天秤の値(g)
40mmの3枚羽	+6.54
40mmの6枚羽	+5.42

上の結果より、プロペラの枚数を増やすと生じる風圧が減少した。

## 5. 考察と結論

結果より、プロペラの羽の長さが長いほど効率よく風圧を生むことがわかった。(実験②)では面積が大きくなるほど風圧が減少しているのに対し、(実験①)では3枚で面積が最大のものが最も風圧が大きくなった。この結果が正しいのか確かめるために以下の揚力の公式を用いて風圧を求めた。[揚力の公式:  $1/2 \times (\text{空気の密度}) \times (\text{プロペラの速度}) \times (\text{プロペラの面積}) \times (\text{揚力係数})$  - 今回(空気の密度)(プロペラの速度)(揚力係数)は一定とする-] この公式によれば、面積が大きい方が揚力=風圧が大きくなると考えられる。[今回の条件の場合]プロペラのそれぞれの面積を計測し公式に当てはめ計算した結果は次のようになった。

ちなみに揚力とは流体(液体や気体)中におかれた板や翼などの物体にはたらく翼の上と下で生まれる空気の流れの差から生まれる力のうち、流れの方向に垂直な成分のことである。

プロペラの種類	プロペラの面積(cm <sup>2</sup> )	測定値(g)	代入値(Pa)
50mm×3枚羽	5.11	+6.82	2.56
40mm×3枚羽	4.90	+6.54	2.45
30mm×3枚羽	2.38	+5.64	1.19
40mm×6枚羽	5.29	+5.42	2.65

公式に当てはめると、面積が大きくなるほど風圧が大きくなった。しかし、我々の実験では、面積がもっとも大きい40mm×6枚羽の結果の値がもっとも小さい、即ち風圧が小さかった。理論と実験で結果が異なった理由として、質量と抵抗が大きくなり、プロペラの回転速度が落ちたことが考えられ、その中でも40mm×6枚のプロペラが顕著に速度が低下した。今回の実験では、プロペラの質量の違いを誤差として扱ったがこの誤差が結果に大きく影響したと考えられる。

このことから、より正確な実験結果を得るためには、質量をそろえたプロペラを用意することでプロペラの回転速度が一定に近づき、より正確な結果が得られると考えられる。

## 6. 今後の展望

プロペラの面積を大きくしたときに、どれほどプロペラの速度が低下するのかを調べ、面積が最大かつプロペラの回転速度が最大のものを探る。

## 7. 参考文献ならびに参考 web ページ

慶應義塾大学理工学部機械工学科 2013年度機械工学創造演習「プロペラの形状と推進力について」のレポート