

翼の変化と飛行の関係

M.S. <科①ゼミ>

1. はじめに

旅行する際に利用する旅客機など、飛行機は私達の生活にとって馴染み深いものであり、グローバル化が進んだ現在、その需要は高まり続けている。しかし、飛行機が排出する温室効果ガスなど、環境上の問題も多数存在する。この問題は飛行機という乗り物を利用し続けていく上で解決しなければならないものである。

飛行機には様々な形のものがあり、より飛行距離をのばすことができる形状を見つけることによって、エネルギー問題の一助になると考える。そこで本研究では翼の大きさ、形状に着目し、飛行距離との関係について実験し、その特徴を考察した。

2. 仮説と実験方法

2.1 揚力と空気抵抗

揚力とは翼の上面に流れる空気の圧力が下面より小さくなり上向きへ生じる力であり、以下のように表される。

$$L = 1/2\rho V^2 S C_L \quad [1]$$

ρ : 空気密度

V : 空気に対する相対速度

S : 水平投影面積

C_L : 揚力係数

空気抵抗とは運動と逆向きに働く力であり、以下のように表される。

$$L = 1/2\rho V^2 S C_D \quad [1]$$

S : 運動方向からの垂直投影面積(断面積)

C_D : 空気抵抗係数

また、揚力係数と抵抗係数の変化は図1のように表される。

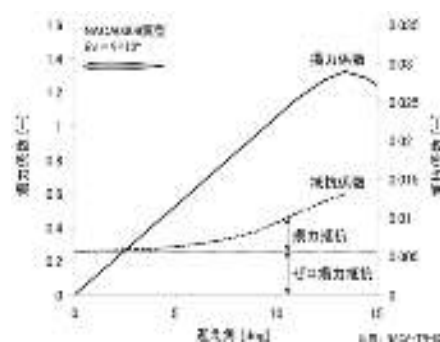


図1: 揚力係数と抵抗係数の変化のグラフ

2.2 実験方法

高さ116cmの地点から15°の角度をつけ、ほとんど一定の力が加わるようにゴムを用いて飛行機模型を発射する。

方法1(図2参照)

横の長さを5cmで一定にし、縦の長さを5cm、10cm、15cmと変化させる。

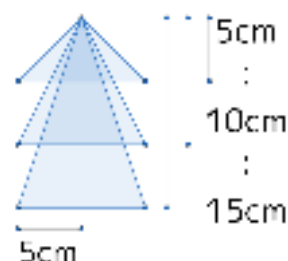


図2: 方法1における翼の変化

方法2(図3参照)

縦の長さを5cmで一定にし、横の長さを5cm、10cm、15cmと変化させる。

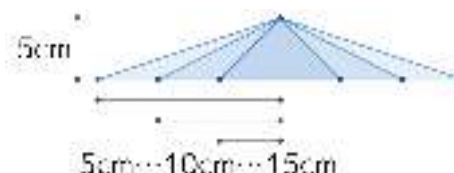


図3: 横の長さを変化させる際の変化の方法
なお、翼無しについても測定する。

2.3 仮説

揚力の式より翼の水平投影面積が大きいと翼に加わる揚力は大きくなり、高度を維持できる。また、空気抵抗の式より垂直投影面積が大きいと空気抵抗が大きくなり、飛距離が減少する。したがって、水平投影面積が最大で、垂直投影面積が大きい縦:15cm、横:5cmの翼が最も飛行距離が長くなると予想した。

3. 実験結果

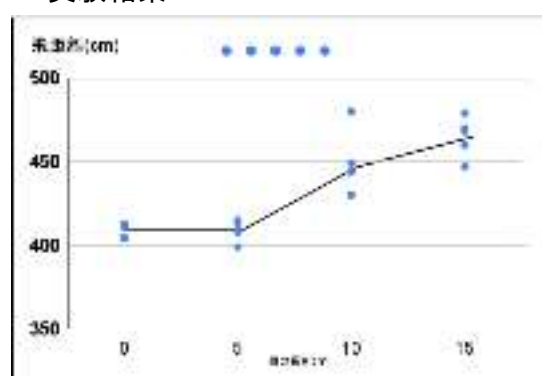


図4:方法1における飛距離のグラフ

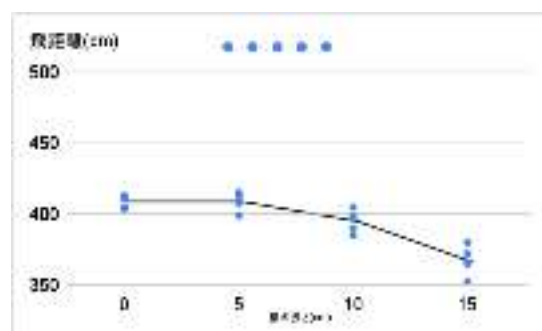


図5:方法2における飛距離のグラフ

方法1では翼が縦に長い方が飛行距離が大きくなり、方法2では飛行距離が小さくなる。方法1、方法2いずれにおいても翼が大きくなるに伴って各計測のばらつきが大きくなった。

4. 考察

翼を縦に長くした場合、空気抵抗が小さい状態を維持しつつ、揚力は大きくなるため飛距離が増加する。それに対し、翼を横に長くした場合は、揚力は増加するが空気抵抗も大きくなっていくため、空気抵抗が大きな影響を与え、飛距離が減少した。本実験では縦の長さが長いと飛距離が増加する考察を行ったが、翼が縦に長すぎると翼が無い機体の形状に近づくため、ある一定の長さを超えると飛距離が短くなると考えられる。

5. 今後の課題

本研究では実験の試行範囲が狭く、翼が縦横に15cmより大きい際の飛距離について分からなかったことが課題である。

本研究では飛行時間、飛行の軌道との関係などについて調べるができなかったため、それらについてもどのような関係性があるのか調べていきたい。

謝辞

本研究にあたり、様々なご指導、助言をしてくださった探Q指導員の木浦弘哲氏に深く感謝を申し上げます。

参考文献

- [1]小林昭夫 紙飛行機で知る飛行の原理 身近に学ぶ航空力学 1988 講談社
- [2]竹内順 高校数学でわかる流体力学 ベルヌーイの定理から翼に働く揚力まで 2014 講談社
- [3][Summary of airfoil data NACA report 824](#) 1945 NACA
- [4]岡純星 「形状による紙飛行機の滞空時間の変化」 2021年度Q活動報告書