

揚力と翼の形状 -Lift and Shape of the Wing-

2年5組 上崎 心生

2年5組 富田 純矢

2年5組 三原 州人

指導者 教諭 二宮 正司

[Abstract] We want to make a wing catching the lift most. But we don't know how large and thick wing make the lift most. Therefore we made the models of the wings with styrene foam, and attached them to parallel crank in order to research changes by the combination the length of the wings and the thickness of the wings. And we check size of the lift to expose wind to these wings.

1 課題設定の理由

普段から航空機に興味があったことから、多くの特徴を持つ翼について研究したいと思った。そもそも飛行機が飛ぶ原理には翼が生み出す揚力に関係しており、揚力の公式を調べたところ、翼の形状と迎え角に深く関わっていることが分かった。そこで揚力に翼の形状がどう影響するかを調べ、最も揚力を生じる翼を製作することを目的とした。

2 原理と仮説

飛行している翼には、主に下図1の4つの力が生じている。このうち、翼が浮き上がるための力、すなわち揚力に着目した。揚力を求める公式は

$$L = \frac{1}{2} \rho v^2 S C_L$$

L :揚力

ρ :空気密度

v :飛行速度=風速

S :代表面積

C_L :揚力係数

と表され、この中の代表面積を大きくすれば揚力が増し、浮きやすくなると考えた。

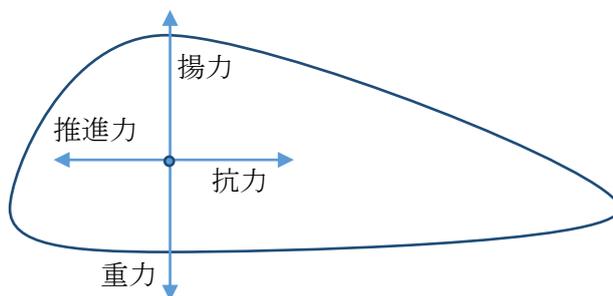


図1:翼にかかる4つの力

3 実験・研究の方法

(1) 翼の製作

代表面積については、さまざまな文献を参考にしたが、本実験では水平投影面積という真上から見た時の面積として考えた。このとき、(代表面積)=(翼弦長)×(翼幅)×(角度)となり、翼弦長を変えて測

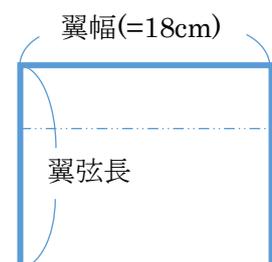


図2:代表面積

定した。また、翼厚による変化を見るため、最大翼厚も変化させ、計9種類の翼を製作した。

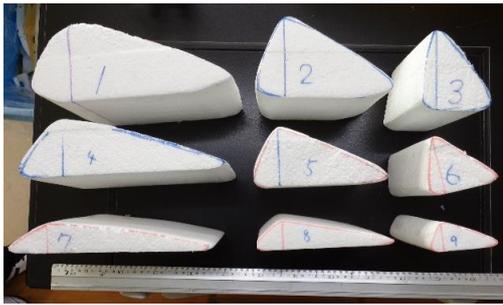


写真1: 作製した翼

表1: 翼の条件(計9種類)

最大翼厚	翼弦長		
	22.5cm	15cm	7.5cm
9cm	1	2	3
6cm	4	5	6
3cm	7	8	9

(2) 風洞と平行クランクの製作

実験を行うにあたって、風源からの気流を一様にするための風洞を製作し、翼の角度を一定に保つための平行クランクを製作した。



写真2: 作製した平行クランク

(3) 測定方法

平行クランクの片側に翼を取り付け、もう一方にはバランスをとるためのおもりを取り付けた。風源(扇風機)の風を写真のように風洞を通して送り、翼が浮き上がるか調べた。浮き上がった場合は、浮き上がる瞬間の風速を計測した。浮き上がる瞬間の風速の大小を浮き上がりやすさとした。また、すべての翼において迎え角を付けた状態でも計測を行った。なお、翼には他に抗力等による前後運動も生じるが、平行クランクで固定したため無視できるものとした。

4 結果と考察

(1) 計測結果

表2: 翼の種類と迎え角を変えたときの揚力の発生と浮上時の風速(m/s)

迎え角	翼の種類(表1と対応)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0°	×	×	×	1.0	×	×	1.0	×	×
10°	1.7	×	×	0.3	×	×	0.8	3.7	×
20°	1.3	×	×	0.3	×	×	0.3	1.7	×
30°	0.7	×	×	0.1	×	×	0.8	2.8	×

(×: 浮かなかった)

表3: 翼弦長と迎え角の組み合わせによる代表面積(m²)

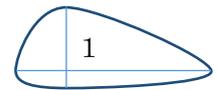
迎え角	翼弦長		
	22.5cm	15cm	7.5cm
0°	0.0405	0.0270	0.0135
10°	0.0399	0.0266	0.0133
20°	0.0380	0.0254	0.0127
30°	0.0351	0.0234	0.0117

表3: 浮いた翼のさまざまな迎え角による揚力($\frac{L}{c_x}$)

迎え角	翼の種類(表1と対応)			
	1	4	7	8
0°	×	2.30×10^{-2}	2.07×10^{-2}	×
10°	5.88×10^{-2}	0.18×10^{-2}	1.30×10^{-2}	18.57×10^{-2}
20°	3.28×10^{-2}	0.17×10^{-2}	1.74×10^{-2}	7.34×10^{-2}
30°	0.88×10^{-2}	0.02×10^{-2}	1.15×10^{-2}	9.35×10^{-2}

(2) 考察

1の翼: 迎え角を付けたときは浮き上がった。迎え角を大きくするにつれて、浮き上がりやすくなった。



4の翼: 迎え角のない状態でも浮き上がった。迎え角を大きくするにつれて浮き上がりやすくなり、最も浮き上がりやすい翼であった。形が流線形に近くなり、空気抵抗が小さかったためだと考えられる。



7の翼: 迎え角のない状態でも浮き上がった。迎え角を30°まで大きくすると、浮き上がりにくくなった。形が板状に近く、迎え角を変えることで流線形が変わり、空気抵抗が大きくなったと考えられる。



8の翼: 迎え角をつけたときは浮き上がった。7の翼と同じく迎え角を30°にしたとき、浮き上がりにくくなった。これも形が板状に近かったためだと考えられる。



その他: 翼は浮き上がらなかった。



5 まとめと今後の課題

翼の代表面積と浮きやすさの関係は解明できなかった。しかし、①, ⑤, ⑨は翼弦長と最大翼厚の比が同じ翼で、最も面積の大きな①が浮きやすく、⑤もあと少しで浮きそうだった。このことから、形状が同じ場合、代表面積が揚力の大きさに関係することが確認できた。

翼弦長が長いものは、すべて浮きあがり、翼が浮くためには、ある程度の翼弦長が必要だと言える。

揚力を計算したところ、最も浮き上がりやすかった翼の揚力が小さかった。この理由として、浮き上がり始めの風速を計測したため、浮き上がりやすい翼は小さな揚力でも浮き上がることができたためだと言える。

今後は、浮き上がらなかった翼の原因について追及していき、また空気が流線を描いて流れる様子を観察していく。また、風速を一定にした時の揚力についても計測していきたい。

参考文献

- ・日本機械学会、(2005.3)、「流体力学」、p113~116、丸善出版
- ・今井功、(1993.9)、「流体力学」、p40、岩波書店出版
- ・中村寛治、(2010.1)、「カラー図解でわかるジェット旅客機の秘密」、p12,13,30,31、ソフトバンククリエイティブ株式会社出版