風洞装置内での揚力測定

百瀬結人　山畠統真

要旨

飛行機が飛ぶための要素のうち、飛行機が受ける風力と揚力に着目して風洞装置と 3D プリンターを用いて作成した飛行機模型を用いて、風速を変更可能な送風機を用いて風を送り、台ばかりの上に飛行機を置いて実験を行い、表やグラフに結果をまとめた。本研究の結果、実験装置を用いて計測をすることができ、グラフにまとめたことによって風速の 2 乗と揚力が比例していたことが確認できた。この実験から参考にした先行研究でわかっている風速と揚力の関係と一致していた。また、何度か異なる条件で実験を行った際も比例の関係が見られたため、これらの関係は正しく、どのような条件のもとでも成り立つことがわかった。

キーワード：揚力、風速、翼、風量、飛行機

Ⅰ. はじめに

飛行機が空を飛べる理由は竹内淳(2014)によると流速が上がると流れに垂直な方向の圧力が低くなるというベルヌーイの定理と揚力の関係によって説明できるということがわかっている。また揚力は翼の迎え角、表面積、受ける風の強さで変化することがわかっている。加えて、大阪教育大学附属天王寺中学校(2012)の実験によると、迎え角が 30 度から 40 度の時に揚力が最も増加し、これらの間には比例の関係があること、揚力は風速の 2 乗倍の関係になっていること、そして表面積と揚力は比例することが記されていた。しかし、この実験では実験途中、計測を行う中で、不正確な箇所があったと記されていたため、この先行研究とは異なる様々な風速で実験を行い、どの条件でも先行研究の風速の 2 乗と揚力の比例の関係が成り立つのかを検証しようと考えた。そして先行研究の結果は正しいのかを検証して、もし正しくなかった場合、本当の風速と揚力の関係はどのようになるのかを明らかにすることを本研究の目的とし、実験を行った。

Ⅱ. 手法

本研究では画用紙を用いて一辺が 5cm になるように作成した整流版を中に設置した風洞装置を用いて実験を行った。実験には 3D プリンターを用いて印刷したプラスチック製の模型飛行機を用いて、揚力の測定には台ばかりを用いた。また送風機の風量の変更はスライダックを用いて電圧を変更することによって変更、調整した。

実験の流れはまず風速測定器を用いて扇風機に与える電圧ごとの風速を計測し、記録した。(図 1)



図 1 風速測定の様子

その後、模型飛行機の下部に細い金属製の棒を刺し、発泡スチロールの土台に突き刺し固定し、それを台ばかりの上に固定し、風洞装置の中に設置した。(図 2) 図 2 の装置に向けて送風機から風を送り、台ばかりにはじめ計測された値からの減少分を発生した揚力として記録した。この手順をい

くつもの異なる風速の場合で繰り返し、データを記録した。

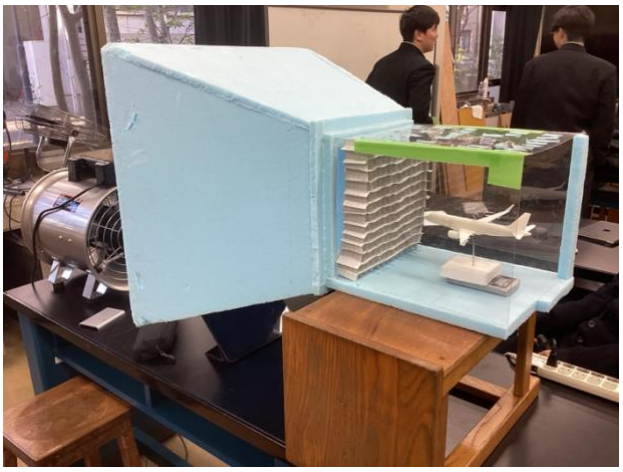


図 2 実験の様子

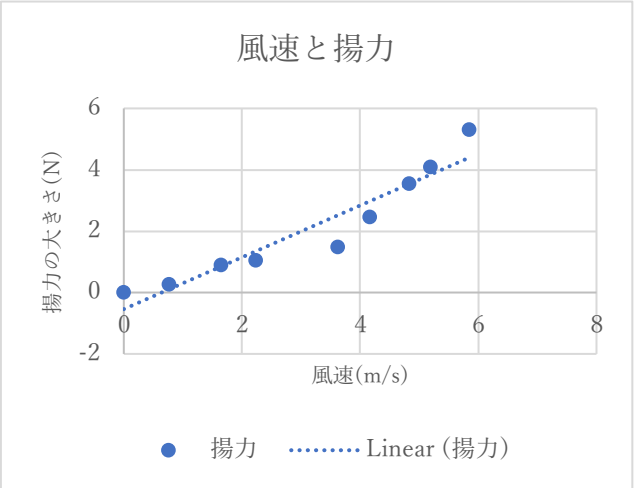
III. 結果

実験を行った結果、風速が上がれば上がるほど機体の重量は軽くなっていった。また、計測した値をグラフ(1)のようにまとめた結果、風速を上げるとそれに比例して揚力の大きさが大きくなることがわかった。

表 1　風速と揚力の大きさ

風速	機体の質量	揚力
0	47.12	0
0.77	46.85	0.27
1.65	46.23	0.89
2.24	46.07	1.05
3.63	45.65	1.47
4.17	44.56	2.46
4.83	43.48	3.54
5.2	42.94	4.08
5.85	41.72	5.3

グラフ 1 風速と揚力の大きさ。



IV. 考察

実験の結果と表やグラフから風速と揚力の間には正比例の関係があるといえる。この風速が上がると揚力が大きくなるというのは、空気の流れが早くなることによって物体の上下に働く圧力差が大きくなるからだと考えられる。また今回計測した値が完全な比例関係にならなかった原因としては、整流板を用いても完全に均一な風を送れなかったことや、摩擦や模型の取り付けの際の誤差が影響していると考えられる。

V. 結論

本実験で得られた結果より、風速と揚力が比例の関係にあって、風速を 2 乗してもこの関係は近似的に成り立つことがわかったので、これは先行実験で判明している風速の 2 乗と揚力の大きさは比例するという関係と一致していることがわかった。また、実験よりどの条件でも同じような関係、結果となったことから風速の 2 乗と揚力が比例の関係にあるということはどの条件のときにも成り立つといえる。

謝辞

本研究の進行にあたり、多大なるご指導とご助言、実験の補助を賜りました先生方に心より感謝申し上げます。また、本研究に関して多くの有益なご意見をいただいた外部の先生の皆様に深く御礼申し上げます。また実験の手助け、データの整理に協力

してくださった友人にも感謝の意を表します。

文　献.

愛媛県立宇和島東高等学校(2017) 飛行機の翼揚力の関係に関する実験.

橋本孝明(2005) 身のまわりから学ぶ流体力学. 晃洋書房.

奈良県立教育研究所(2023) 自作風洞装置を用いた翼の形状における揚力の比較.

楢崎桃子・藤田一貴・藤本正直(2013) 自作風洞実験器を用いた空気の流れの可視化～紙飛行機の形状と空気の流れ～.

大阪教育大学附属天王寺中学校(2012) 揚力の仕組みと利用.

竹内淳(2014) 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. ブルーバックス社.