



身近に潜む流体と抵抗

岡田将吾 榎本拓叶 荻野脩吾 柏田倭汰 阿部陽樹

延岡高等学校 Nobeoka High School



•Abstract

本研究の目的は、空気抵抗の少ない形状を見出すことである。省エネルギーへの関心が高まる中でその意義はますます高まっている。実験では、3D プリンターで作成した各種模型を縦型の筒状風洞内に設置し、ばねばかりを用いて風から受ける抵抗力を測定した。しかし、空気中での測定では各形状による抵抗値の差が小さく、有意な比較が困難であった。そこで、より変化を観測しやすくするため、空気より粘性が高く、流れが視認しやすい水を代替流体として用い、同様の条件下で実験を行った。その結果、先端が鋭く流線型に近い形状ほど抵抗が小さい傾向が確認された。今回の研究における実験は試行錯誤しながらの実験であり、精度と試行回数が低いため、今後は実験回数の増加と測定精度の向上に努め、より信頼性の高いデータの収集を目指す。また、本研究は SDGs の目標 7「エネルギーをみんなに そしてクリーンに」および SDGs の目標 13「気候変動に具体的な対策を」に貢献する可能性がある。

•Keyword

3D プリンター、風洞、流体、流線形、抵抗

1. 序論

(1)研究背景

現代社会の移動手段として二輪車や自動車(バス、タクシー)、船、飛行機などが挙げられるが、最も身近なものとして鉄道(新幹線、急行・鈍行列車)がある。

1 日の鉄道の利用者数は私鉄と JR を合わせると約 6,000 万人であり、実際、班員の中にも通学時に電車を使用している人がいる。

鉄道には様々な種類の車両があるが、それぞれ運航速度が異なる。鈍行列車は先頭車両の形状が直角に近く、新幹線は流線形を描くような形状である。

また、コンコルドという鳥の嘴を模倣した先端を持つ航空機がある。

今挙げたこれらの鉄道や航空機には先端が鋭い、あるいは流線形といった共通点が見られる。

そこで、運航速度(今回の研究では最高速度を考えると)と先端の形状になにか関係があるのではないかと興味を持ち、研究に至った。

(2)研究の目的

この実験を通して先端の形状、すなわち空気抵抗と物体の運動速度の関係を見つけ、

そのうえで空気抵抗が小さい形状は流線型であることを理論づけることである。

(3)先行研究

静岡県立清水東高等学校

空気抵抗を軽減する形状の追究

<https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/R2/203024.pdf>

(4)研究仮説

先端の形状が鋭角になればなるほど空気抵抗が小さくなり、物体の運行速度が大きくなるのではないのかという仮説を立てた。

2. 調査方法

(1)使用器具

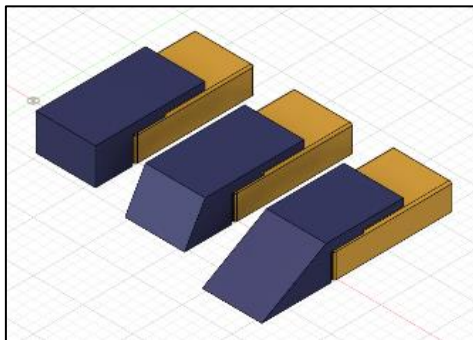
- ・3D プリンター製の先端形状の異なる同規格の模型
- ・3D プリンター製の前後形状の異なる同規格の模型
- (上記の 2 つの模型の規格は異なる)
- ・風洞装置(縦型/横型)

- ・ばねばかり(2N)
- ・力学台車(100g)

(2)実験方法

- 空気抵抗の可視化(実験1)

- ①模型をつけた力学台車(図 1)を風洞(図 2)の中に設置
- ②層流に線香の煙を乗せ、力学台車の正面から煙を当てる
※同一のストローを束にしたものを用いて疑似的な層流を生み出す。
- ③風洞側面部の窓から各模型の空気の流れを見る



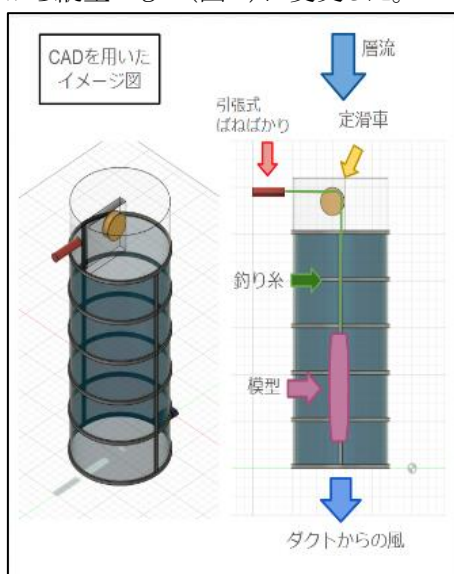
(図 1)

※模型の先端の角度は 30° 、 60° 、 90° の 3 種類



(図 2)

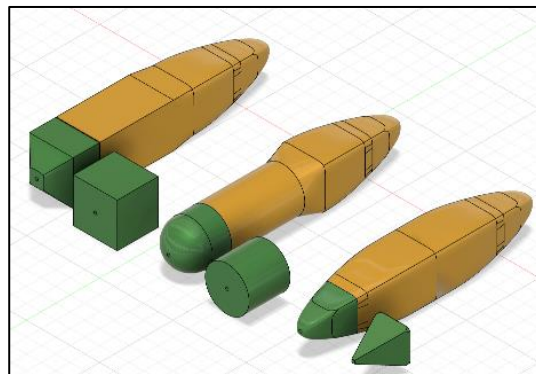
※力学台車の車輪と風洞内の土台との間に生じる摩擦や、自作した風洞が精密でないことを考慮し、以降の実験では風洞を横型から縦型のもの(図 3)に変更した。



(図 3)

●移動距離の測定(空気)

- ①可視化の際に使用した模型とは別の 6 種類の模型(図 4)を力学台車に固定する
- ②ばねばかりを模型に装着させる
- ③縦型の風洞の中心部に模型を設置し、上から層流を当てる(図 3)
- ④ばねばかりの値を読み取る



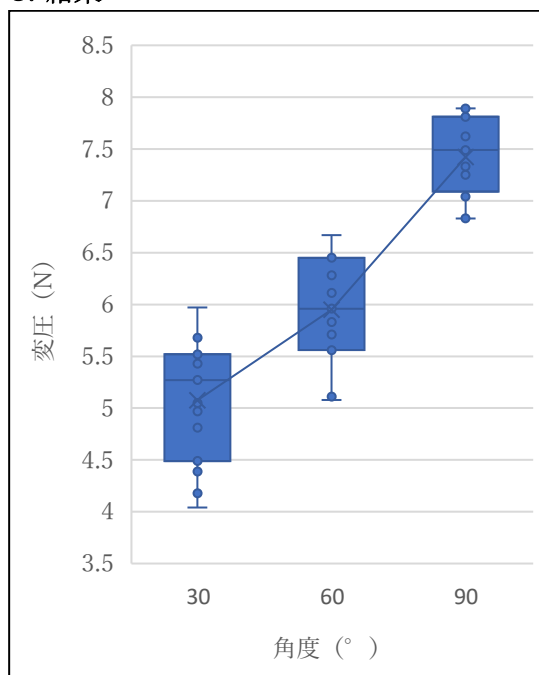
(図 4)

ばねばかりの値がほとんど変化しなかったため、空気から粘性がより強い流体である水に変更した。

●移動距離の測定(水)(実験 2)

上記と同様に各模型 15 回、同日中に実験を行った。

3. 結果



(グラフ 1)

角度 (°)	平均変位 (cm)	標準偏差 (ばらつき)	回数
30°	5.08 cm	±0.58 cm	15 回
60°	5.95 cm	±0.50 cm	15 回
90°	7.42 cm	±0.36 cm	15 回

(実験 2 結果)



実験1の結果/図 5 表 1

(1)実験1

- 模型の先端形状の傾斜が大きい
→前方の空気が乱れ、後方へ流れにくい
(図 5 下)



(写真の模式図/図 6)

- 模型の先端形状の傾斜が小さい
→空気が前方から後方に流れる(図 5 上)



(写真の模式図/図 7)

(2)実験2

表 1 より、模型の先端形状の傾斜が大き
いほど水の抵抗が大きくなり、比例に近い関
係であることが分かった。

4. 考察・今後の展望

空気と同じ流体である水を使用し、実験す
ると、上記のような結果になったことから、空
気を使用してもグラフ1と同じような結果が得
られると考えられる。しかし、水を用いた実験
に急遽取り組んだため、得られた実験デー
タが少なく信用度は低いと推測される。

本実験では、先端の傾斜が小さく鋭い形
状の模型ほど流体抵抗が小さい結果となっ
た。これは、鋭い形状が流線型に近く、流体
が物体表面に沿って滑らかに流れることで、
後方の渦や乱流の発生が抑えられたためと
考えられる。流れが剥離しにくくなることで、
物体の前後の圧力差が小さくなり、圧力抗
力が低減されたと推測される。このことから、
形状が運動時の流体抵抗に与える影響は
大きく、特に先端の角度がその鍵を握って
いるといえる。

今後は、追加のデータ収集や回流水槽を
取り入れ、実験1、2ともに実験の精度向上
を図る予定である。

5. 結論

模型の先端形状の傾斜が大き
いほど水の抵抗が大きくなるという成果が得られたの
で、空気の場合も同じように模型の先端形
状の傾斜が小さいものほど模型の受ける抵
抗が小さくなり、物体の運動速度が大きくな
ると言える。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、多大なご指導と
ご支援を賜りました黒木雄斗先生に心より感
謝申し上げます。

また、貴重なアドバイスやサポートをいた
だきました九州医療科学大学の竹澤眞吾
先生に深く感謝いたします。本研究の遂行に
際し、温かいご支援と励ましをくださった家
族や友人の皆様にも、この場を借りて感謝
の意を表します。最後に、このような貴重な

機会をいただけたことに感謝し、ここに記させていただきます。

7. 参考文献

パーソルR&D株式会社/3D プリンター造形で「風洞実験ソリューションサービス」を開始(ニュースリリース)

<https://persol-xtech.co.jp/news/release/20221004-004208.html>