

## 3Dプリンタによる煙風洞用翼型模型の作成及び可視化実験

Visualization Experiment and Numerical Simulation of Airfoil Model for Smoke Wind Tunnel

学生氏名<sup>1)</sup>: 綿貫 陸 松本 陸大  
 連名発表者は、学生氏名<sup>1)</sup>: 松本 陸大  
 指導教員 教員氏名<sup>1)</sup>: 廣瀬 裕介, 研究協力者 協力氏名<sup>2)</sup>: 松本 陸大

1) 所属先: サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 流体研究室

日本語アブストラクト: 本実験では、教育用風洞にて使用する翼型模型を作成し、空気の流れの可視化と揚力の測定を目的とする。通常は可視化する煙を翼型に噴霧するところを翼型本体から煙を噴霧するという新しい試みを行った。

キーワード: 翼型, 風洞

### 1. 緒言

生活する上で人は多くの乗り物に乗る。それらの乗り物は走行中に空気の流れの影響を受け、空気抵抗が発生する。発生した空気の流れを可視化することにより専門的知識がなくても空気の流れを一目でイメージできるようにする。空気の動きや流れを視覚的に捉えることで、様々な物体に対する風の影響を確認できる。可視化には煙や気泡を使用した方法、レーザーを用いた粒子画像流速計測 (PIV) などがあり、これらにより空気の流れの変化や渦を詳細に確認できる。さらに、空気の流れの可視化は、設計段階での問題発見や改善策の発見にも役立つ。そのため、風洞内の空気の流れの可視化は流体力学などの研究において不可欠な役割を果たしている。従来の煙風洞による空気の流れの可視化には大型で高価な装置が必要である。本研究では3Dプリンタにより作成した翼型と安価な煙発生装置を用いた煙風洞を提案する。製作した翼型模型の上面に煙を噴霧する穴を開け、翼型模型を風洞内に設置し一定の風速で整流された空気の流れを発生させ可視化を行う。2種類のそれぞれ角度の違う翼型模型から煙を噴霧し、空気の流れの方向や速度の変化を観察する。この可視

化により、境界層の発生や、翼型模型上面での流れの剥離などの情報を得ることができる。

### 2. 方法

#### 2.1 製作方法

はじめに、翼型模型の製作を行う。Airfoil Tools<sup>[1]</sup>から NACA0012 型の座標データを Excel にエクスポートする。Excel を使用し 3DCAD ソフト用の座標データに書き換える。風洞に合うサイズに縮尺変更を行い、横 149mm、縦 112mm の翼型模型にする。3DCAD ソフトで翼型模型内に可視化する為の煙が通る流路を製作する。翼型模型用ステーを 3DCAD ソフトで製作する。これらの製作したデータを 3D プリンタで印刷し組み立てる。この時、煙の流れを比較する為に翼型角度  $0^\circ$  と  $20^\circ$  の 2 種類を製作。製作した翼型模型を図 1 と図 2 に示す。

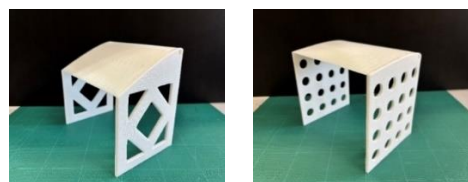


図 1. 製作した翼型模型  
 (左: 角度  $0^\circ$  右: 角度  $20^\circ$ )

表1. 翼型模型のサイズ

	角度0°	角度20°
横[mm]	157	157
縦[mm]	112	105
高さ[mm]	129	132

## 2.2 実験方法

実験①～④の手順で行う。

- ① 作成した翼型模型に煙発生装置をゴムパイプで繋ぐ。
- ② 風洞のファンとスライドレギュレータを接続する。
- ③ 風速計を整流板に当て風速を、右上、右下、左上、左下の4箇所測る。
- ④ 風速を1.0m/s, 1.5m/s, 2.0m/sに設定する。
- ⑤ 翼型模型を風洞に設置し煙を噴霧し空気の流れを可視化する。
- ⑥ 1.0m/s, 1.5m/s, 2.0m/sの内どの風速が最も煙の乱れが少ないかを検証する。

## 3. 実験結果

翼型模型から煙を噴霧する方法を何種類か試すことにした。初めは2mmの穴を開け翼型上面から真上に煙を噴霧したが煙が翼型より上空で流れてしまい煙がうまく翼型に密着せずに剥離した。次に、煙の流速を上げる試みを行い煙の穴の直径を1mmに変更し角度を浅くしたが煙の出が悪く、前回同様煙が舞ってしまい翼型に密着しなかった。最終的に穴の大きさを2mmに戻し煙の噴射口の角度を更に浅くしたところ、煙が翼型から剥離することなく密着した。煙の流れを比較するため翼型の角度を0°から20°に変更し実験を行ったところ翼型上面での渦が観測できた。1.0m/s, 1.5m/s, 2.0m/sの内最も空気の流れが確認しやすい風速はどちらの角度でも1.5m/sであった。1.0m/sの場合風速が足りず煙が乱れてしまった。2.0m/sの場合は風速が強く煙が乱れた。成功時の画像を図3に示す。



図2. 可視化実験時の画像  
(上:角度0° 下:角度20°)

## 4. 結言

本実験では、教育用風洞用の翼型模型を製作した、翼型上面から可視化する為の煙を噴霧し空気の流れを可視化する方法を実験した。実験の結果、風速1.5m/sの時に最も安定して空気の流れを可視化することに成功した。また、翼型角度0°の時は翼型に煙が密着し、翼型角度20°の時は煙が渦を巻いているところを確認した。

## 5. 今後の展望

空気の流れを可視化することに成功したが、揚力をまだ測定できていない為、今後揚力を測定する実験を実施する。今後、シミュレーションを実施し、その解析結果と実験結果を比較することを予定している。

## 6. 参考文献

- [1] Airfoil Tools Web サイト  
(<http://airfoiltools.com/airfoil/details?airfoil=n0012-il>)
- [2] 筋野愛子, 廣瀬裕介, 教育用風洞と整流板に関する開発と性能試験 2022年サレジオ高専卒業研究