

H-2

拡張性の高いポータブルマルチファン風洞の製作 Manufacture of expansive portable multiple fan wind tunnels

○中村優介¹, 長谷部寛²*Yuusuke Nakamura¹, Hiroshi Hasebe²

In order to measure the effect of wind on the rate of fire spread, our group has conducted wind tunnel experiments using a small fan to measure the rate of fire spread. However, because airflow characteristics remained an issue, a prototype of "portable multi-fan wind tunnel" has been developed. In this study, a portable multiple fan wind tunnel was fabricated using 3D CAD and a 3D printer, with emphasis on durability, transportability, and expandability. By utilizing a 3D printer, the wind tunnel became detachable and could transform its shape depending on the conditions. We achieved more than twice wind speed with changing fan of portable multi-fan wind tunnel.

1. 研究背景

降雨や降雪, 火災などの特殊な条件下での風の影響を実験的に評価する際, 特殊風洞を使用する。しかし, 特殊風洞をすぐに使用することは難しく, 研究室にあるような風洞で実験を行うことも難しい。そこで著者の一人は, 風が火災の延焼速度に及ぼす影響を測定するため, 室内で燃焼実験が可能な施設に小型ファンを持ち込んで実験を実施した[1]。

しかし, 実験結果で風速にばらつきがあったことから, 小型ファンによる気流性状に課題があることが分かった。この気流性状の課題を解決するために, 簡易風洞装置「ポータブルマルチファン風洞」が試作された[2]。試作の課題には風速・耐久性・運搬性など課題が残った。そこで, 本研究では上記の課題に加え, 特殊な条件下に対応できる拡張性を重視した上でポータブルマルチファン風洞を製作した。

2. コンセプトと概要

風洞のコンセプトとしてなるべく安価な材料で自作を可能にし, 運搬が容易にできることに加え, 拡張性を高くし互換性を高めることである。拡張性を高めるために, PCファンを利用するマルチファン方式を採用し, 縮流胴・整流胴・拡散胴で分解できるようにすることで特殊な条件に応じて形を変えられるようにした。電源は運搬性を重視し, 単一電池による電池駆動とPC電源での供給も可能としている。

3. ポータブルマルチファン風洞の概要

試作段階のポータブルマルチファン風洞は押し出し型で縮流部と整流部から成り立っていた[2]。そのため, 拡散胴については文献[3]を参考に拡散胴を製作した。Fig.1 に示すように全長は 1095mm, 吸い込み口は 360mm の正方形断面, 吹き出し口は 250mm の正方形

断面である。そして, 縮流部・拡散胴・接続パーツなどを 3D プリンター (MUTOH, Value 3D Magix MF-2200D) で印刷した。印刷材料は PLA である。

以下に風洞構成パーツの特徴を示す。

①ファン: 安価かつ低電力で駆動できるように PC ファン (Ainex, OMEGA TYPHOON CFZ-120FA, 風量 1600RPM±200, 定格入力 DC12V), (長尾製作所, XFAN RDH1238B 38NMB, 回転数 3800RPM, 定格入力 12V/1.3A) の二種類を用意した。これを 3×3 の正方形の格子状に 9 台, 拡散胴の吸い込み口に設置した。Fig.2(a)に示す PC ファンを接続するためのパーツを 3D プリンターで印刷した。

②整流胴: 枠組み部分はパイン材を用いて製作し, 一辺 526mm, 厚さ 13mm とした。縮流胴・拡散胴の接続部分に鬼目ナットを使用しネジで接続可能にした。Fig.2(b)のハニカムは直径 15mm のストローを長さ 30mm に切り揃え, 隙間なく敷き詰めた。

③縮流胴: Fig.2(c)のフレームを文献[4]の縮流カーブに基づいて設計し, 胴体部に接続できる Fig.2(d)の接続パーツを付与した 3D モデルを作成した。また, 3D プリンターの印刷ステージを超える長さを印刷するため, フレームを分割しはめ込み式にした。よって, 長さは

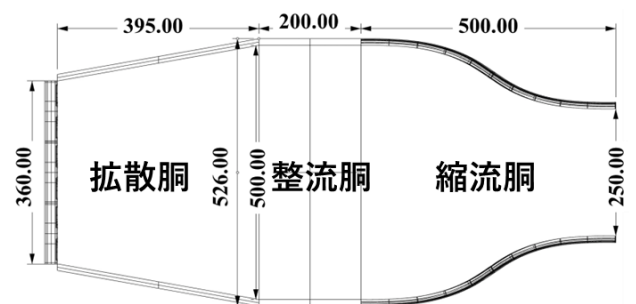


Figure1 Side view of the wind tunnel

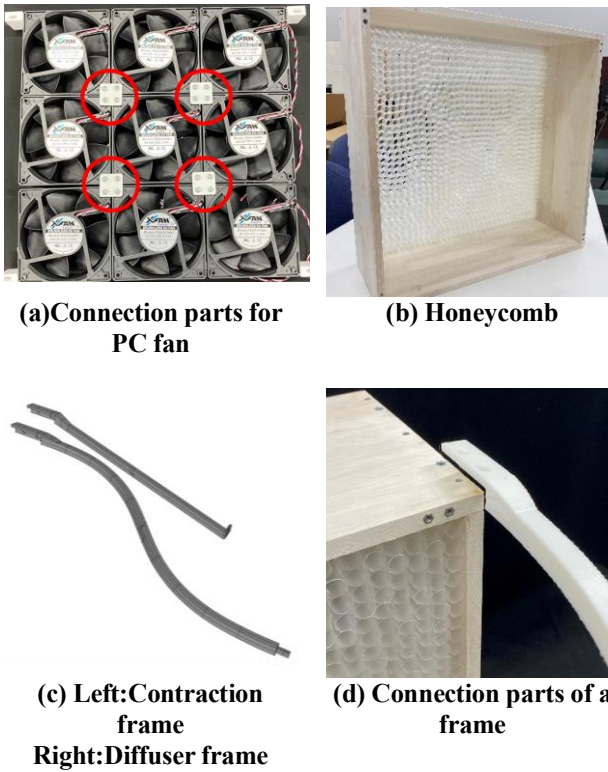


Figure2 Parts of the wind tunnel

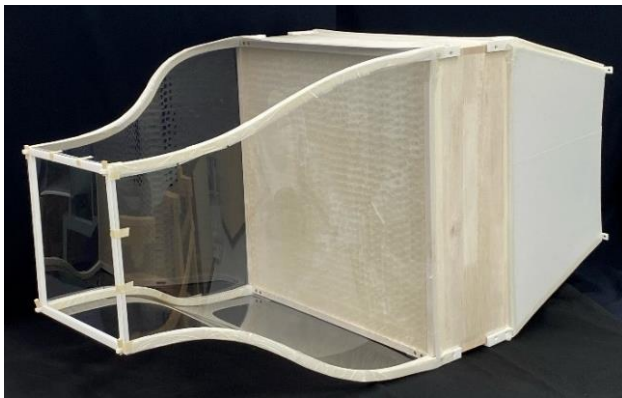


Figure3 Whole view of the wind tunnel

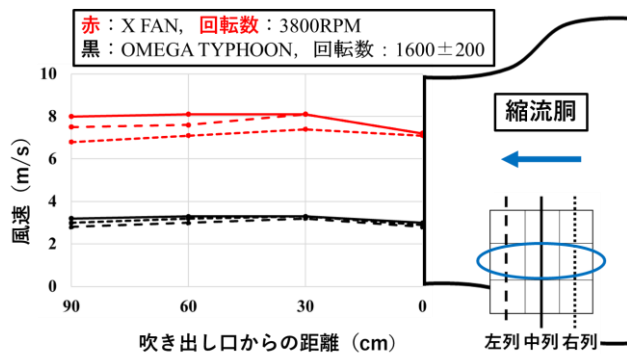


Figure4 Wind speed distribution

以前より 1.6 倍長くプリントできた。壁面は薄く変形しやすいが、耐久性のある PET 樹脂板を採用した。

④拡散胴：文献[3]を基に拡散胴の拡散角度を 10 度とした。フレームは Fig.2(d)の接続パーツを付与し、縮流

胴フレームと同様に分割フレームにし 3D プリントした。壁面は安価で加工のしやすいプラバンを採用した。

⑤電源：様々な使用用途を考え、家庭用電源コンセントに限らず使用できるように、PC 電源(玄人志向, TRPW-TX300w/90+)と電池ボックス(アルカリ単一電池 8 本)の 2 つの方法で駆動できるようにした。

⑥その他：フレームに Fig.2(d)の接続パーツを付与したことで、縮流胴、整流胴、拡散胴の 3 つの部分に分け、縦・横 600mm, 高さ 670mm の段ボールに入れ運搬することができる。

上記を用いて構築したポータブルマルチファン風洞を Fig.3 に示す。

4. 風速測定

風速測定の方法として、風洞から 0, 30, 60, 90cm の距離を空け、流出口断面を 3×3 分割し各箇所の中心を測定し、3 分間の平均風速を評価した。なお、吹き出し口より先に測定胴は接続していない。電源の取得方法は PC 電源を使用した。

Fig.4 に測定位置が吹き出し口の断面を 3×3 分割したうちの中段で、回転数の違う PC ファン二つの結果を示したものである。平均風速は 3.0m/s 付近と 7.0~8.0m/s に分布した。回転数が低いと風速は安定したが、回転数が高いと多少のばらつきが生じた。また、PC ファンの風速を直接測定した際の風速は 2.3m/s と 6.1m/s であったことから、風洞としての機能を持っていることが分かった。

5. まとめ

本研究では運搬可能、なるべく安価、拡張性の高いポータブルマルチファン風洞を、3D モデリング、3D プリンターを活用して製作した。また、PC ファンを変えたり、縮流胴の吹き出し口の形を変えたりと自由に変化できる拡張性の高さも得られた。これによって、様々な条件下に合った実験が可能になると思われる。

今後の課題として、風速分布の均一化、風速の制御、乱れの評価などを行うことがあげられる。

参考文献

[1] H. Hasebe *et al.* : An Attempt to Measure the Speed of Fire Spread in the Wind, ICWE15, Vol.1, pp.391-392, 2019
 [2] 長谷部ら：ポータブルマルチファン風洞の試作, 土木学会第 75 回年次学術講演会概要集, I-357, 2020
 [3] 西村ら：耐風胸像教材制作研究会活動報告—小型風洞の試作, 日本風工学会誌, 第 46 巻 2 号, pp.149-154, 2021
 [4] 伊藤ら：低乱風洞の設計方法, ターボ機械, 第 9 巻第 4 号, pp.25-32, 1981