

携帯型風洞装置製作

宮崎大学 工学部教育研究支援技術センター
矢野康之

はじめに

風洞は発生させた流れの中に模型などを置き、局所的な風速や圧力分布、流れの可視化などの実験を行う際に使われる装置である。宮崎大学には乱流風洞実験施設や水力実験室に据付型の風洞装置がある。しかし、これらの風洞は規模が大きく、持ち運びができるような軽量で、小さい風洞装置は本大学にはない。

そこで、今回機械システム工学科菊地正憲教授から出前授業、教員免許状更新講習等で使用できる携帯型風洞装置の製作依頼を受けたので製作を行った。本報告では、携帯型風洞実験装置の製作過程、性能実験の結果報告を行う。

キーワード：携帯型風洞装置、ガイダンス機能、動圧分布図

1. 目的

出前授業、教員免許状更新講習等で持ち運びができる携帯型風洞装置製作を行うことを目的とする。使用例として、講義などにおいて翼に作用する空気力に及ぼす地面効果を促すために利用される。あわせて、フライス盤のスキルアップも兼ねる。

2. 携帯型風洞装置の製作

2-1 携帯型風洞(入口・デフューザー・出口・翼型支持部)

携帯型風洞装置を製作するにあたり、入口部、デフューザー部、出口部、翼型支持部の4つに分け製作を行った。図1は、Solid Worksによる装置モデル図である。

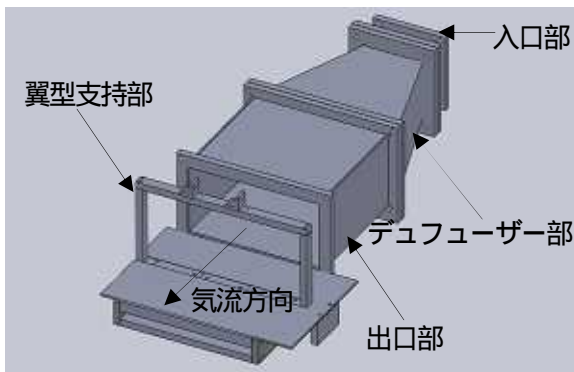


図1 Solid Worksによる装置モデル図

入口部、デフューザー部、出口部はアクリルで作っており、主にNCフライス盤((株)山崎技研 機種YZ-8WR)を使用した。各部を結合するフランジ部は、ガイダンス機能を利用し、四隅の穴あけを行った。ガイダンス機能とは数値や加工条件を入力すれば、NCプログラムを使用しなくても同時に2軸加工を可能とする機能である。次にフランジ用アクリル板の中抜きを行い、大まかに中をコンタマシンで切り落とし、仕上げをガイダンス機能のリミット加工を使って製作することにした。バイスに取付け加工を行ったのだが、四隅の高さを計測してみると、一番大きい所で高さが0.2mm違った。この原因は材料の肉厚が薄いためバイスの閉め方でたわんだと考えられる。そこで、四隅の

穴を利用して固定できる治具を製作し改良を行った。図2は製作した治具である。治具は、S45Cの板に四隅に同じ中心距離の穴あけをし、ネジきりを行った。そこに材料を取り付け、ネジ締めの上で加工を行った。四隅の高さを測ってみると同じであったが、長辺の中心が少し浮いているのがわかった。そこで、更にフライス盤に干渉しないようにクランパーを移動させながら加工を行った。図3は加工の様子である。



図2 製作した治具

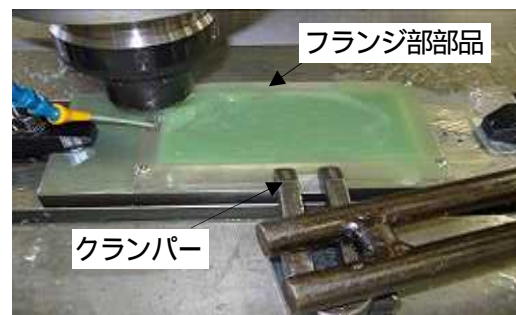


図3 フランジ部加工の様子

デフューザー部の板の角度づけは、傾斜テーブルをフライスに取り付け、加工を行った。翼型支持部はアルミニウムで製作し、放電加工機(FANUC ROBOCUT -ic)とNCフライス盤を使い分け加工を行った。図4の図は、NCフライス盤で製作した入口部部品である。



図4 製作した入口部の部品

2-2 翼製作

翼は、翼型 NACA4412 を使用し弦長 60mm，翼幅 100mm とした。翼の材質はいくつかの発砲スチロールの中から軽さ，目の細かさ，加工しやすさを考慮しスタイロフォームを選定した。

まず形状の成形ガイド(図5)を製作し，その後ペーパーやすりで形を整えたが，時間的ロス，表面粗さに問題があったため，ヒートカッターを製作し，翼を製作した。しかし，等速でヒートカッターを動かすことができず，表面の仕上がりが悪かったため，等速で動く半自動ヒートカッターの製作を行った。元々のヒートカッターにワイヤの端部分に糸を張り，その先に錘を付け，糸が台の上の滑車を滑っていくように改良した。図6は半自動ヒートカッターと製作した翼型である。



図5 翼成形ガイド



図6 半自動ヒートカッター(左)と製作した翼(右)

2-3 組立て

送風機は，佐藤工業製(单相 100V 120SRF-100)を使用し，流速調整は吸込み口の面積で調整できるようになっている。送風機・入口部・デフューザー部・出口部のフランジの結合は，ゴムパッキンを入れボルトナット締めで行った。

アクリルの接着はアクリル製接着剤を使用した。部品を接着する際は，定盤の上で面がしっかりとるように接着を行ったが，製品がねじれてしまった。(図7)この原因として考えられるのが接着によるひきつけと，接着をする際，部品同士がしっかりとハマり込んでない状態での接着だと考えられる。そのため，接着する際はしっかりとめ込んだ後，面が出ていることを確認し，接着を行った。気密性を上げるためにシリコンが

つけてある。



(a) 出口部のサイドビュー (b) ねじれの拡大図
図7 接着による出口部のねじれ

出口部は，流れを整えるためにプラスチック製の整流板を入れ流動抵抗を大きくして流れを均一にしている。送風機と入口部の間，及びデフューザーと出口部の間の結合部にも 1mm×1mm の網目のネットを入れ，流れを整流するようにしている。

観測部に置かれる翼は 2本の 0.25 の釣り糸でつるした。地面効果現象が目視できるように仮想地面は，スライドして取り外せるようになっている。図7は，製作した小型風洞装置概観である。



図8 小型風洞装置概観

3. 性能試験

3-1 試験方法

送風機を使用し，送風機の吸込み口の面積を 1/2 開き(送風機出口部 14m/s)にし，風洞装置出口部での圧力をピトー管により測定し，解析結果と比較を行う。

3-2 動圧測定

ピトー管を使用し，デジタルマノメータより出口部下流の動圧測定を行った。出口から 10mm 離れた所の動圧を 10mm 間隔で計 231 点の計測を行った。図9はピトー管の接続法である。

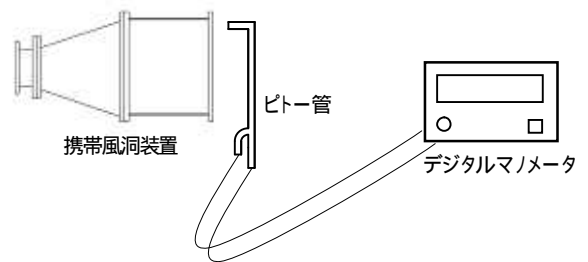


図9 ピトー管測定接続法

3-3 測定結果

測定結果の動圧分布図を図10に示す。この結果より、風洞の壁面付近では圧力が低く、中心部付近では20Pa～30Paの圧力が出ていることがわかる。左右対称ではなく、所々流速がばらついている所がある。この原因として考えられるのが、流れを一様にするため出口部に整流板が入っているが、プラスチック製の整流板を一層一層積み重ねているため所々四角形がつぶれてしまう。このため動圧分布図にばらつきが出ていると考えられる。今後は整流板の改良などを考えていく必要がある。

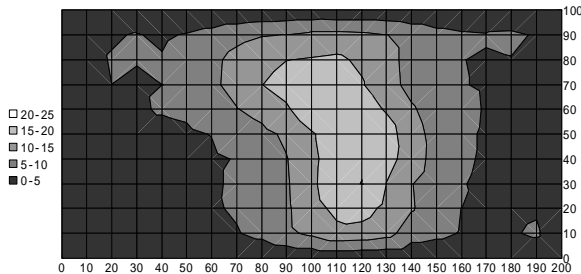


図10 動圧分布図

3-4 解析結果

流体研究室の解析ソフト(FLUENT)使用し、流れの解析を行った。図11は出口部の動圧分布図の解析結果である。

解析の条件として、入口の実測14m/s、壁面はすべりなし条件を与えている。

結果は、中心部の圧力は30Paとピトー管測定結果より少し高い圧力を示している。この原因として考えられるのは、解析のモデルでは送風機と入口部の間、及びデュフューザーと出口部の間の結合部に1mm×1mmのネットを入れていないため抵抗がなく、圧力差が生じたと考えられる。

解析結果の速度分布図では、出口部の整流板を壁と設定しているため整流板格子状の中心部の流速が速くなっていることがわかる。

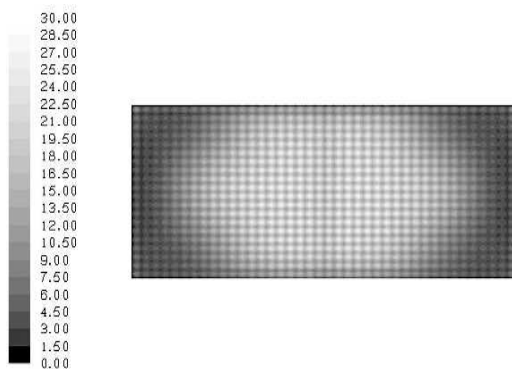
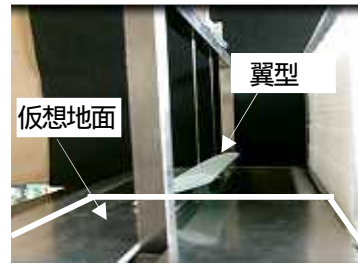


図11 解析による動圧分布図

4. 成果報告

2009年8月11日に菊地正憲教授が行った教員免許状更新講習で小型風洞装置を使用し、翼の地面効果現象の実験を行うことができた。図12は、地面効果の様子である。図10-(a)が仮想地面を翼型支持部から横にずらし仮想地面がない状態で、翼が下がっている様子であり、図10-(b)が仮想地面を翼型支持部まで差し込むこと

により地面が近接し、翼が浮き上がっている様子である。



(a)仮想地面がない場合



(b)仮想地面がある場合
図12 地面効果の様子

5. まとめ

今回、小型実験装置製作・性能試験を行ったことで、以下のことが明らかにされた。

<小型風洞装置製作>

- (1)小型風洞装置の製作を行ったことにより、NCフライス盤、放電加工機のスキルアップを行った。これにより、ものづくりセンターの加工業務に還元できた。
- (2)加工を行っている時よりも、加工を行う前の準備(治具の製作など)・段取りが非常に大事だと感じた。このことを生かし、今後の加工に生かしたい。

<性能試験>

- (1)測定結果と解析結果を比較してみると、中心部の速度など同じような結果を得ることができた。
- (2)動圧測定により、最大速度の95%以内にある一様な流れの領域は全体約18%ということが確認できた。
- (3)送風機の手数調節は吸込み口の面積で調整を行っているため再現性がでにくい。インバータを用いて送風機回転数の調節ができるよう改良を行っていく必要がある。

謝辞

本報告は宮崎大学工学部機械システム工学科菊地正憲教授、平野公孝産学官連携研究員、弓削俊夫産学官連携研究員の指導の下、また宮崎大学工学部教育研究支援技術センター、木村正寿総括技術長、玉作真一技術専門職員、田之上二郎技術職員の指導の下行うことが出来ました。心より深く感謝いたします。

参考文献

- 1) JSME シリーズ 流体力学 日本機械学会