

## I-743

## ファンの直接制御による変動風生成の試み

日本大学理工学部 正会員 野村卓史  
 (株) コミヤマ工業 志村一也  
 大木建設(株) 大堀直也

## 1. はじめに

コンピュータで制御した装置を用いて所用の特性の乱流を生成する風洞の開発が行われているが、大きな乱れスケールの生成に翼列やスパイヤを用いるタイプ[1, 2]では、これらを駆動するための大がかりな装置を必要とする。これに対しファンの回転数を直接制御するタイプ[3]は、小規模な風洞にも適しているものと考えられる。この後者のタイプの風洞を作成することを目的として、入力した電圧変動と出力である風速変動との間の関係について基本的な特性を調べた。

## 2. 実験装置

風洞（写真1，関東工学機器 SWT-50，全長 2.45 m）は吹き出し型で長方形断面の吹き出し口（600 x 300）を有する。最大風速は 10 m/s である。ファンを駆動するモーター（日立 NOS motor, 0.75 kW）がインバータ（東芝 VF-S3, 200 V/0.75 kW）に接続されており、インバータの周波数が 50 Hz のときに最大風速を発現する。このインバータに D/A 変換器を経由してパソコンから入力電圧（0 ~ 5 V が 0 ~ 50 Hz に対応）を与える。風速の測定は吹き出し口の中央に風速計（リオン Tr 式微風速計 AM-09S）を設置して行った。この風速計は約 7 Hz でサンプリングした測定値を 1 秒ごとに平均しデジタル出力するので、毎秒の風速値をパソコンで受信した。

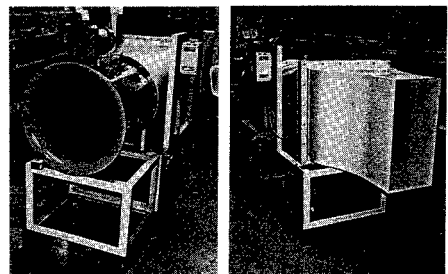


写真1 実験に用いた風洞

## 3. 測定結果

## (1) インバータ周波数と風速の関係

インバータの周波数を定常的に一定値を保ったときの風速と周波数の関係を図1に示す。静的には両者の間に比例関係があることが確認された。そこでインバータに与える入力電圧を動的に変化させたときに風速がどのように変動するかを調べることを目的として、以下の2種類の測定を行った。

## (2) 入力電圧をステップ状に変化させたときの出力風速の変化

初期電圧  $V_0$  を 60 秒間与えて、対応する一定の風速レベルを保ったのち、瞬時に電圧値を  $V_1$  に変化させ [図2]，出力風速がどのように電圧変化に追随するか調べた。測定した 10 ケースの  $V_0$  と  $V_1$  の組み合わせを表1に示す。これらの測定結果で特徴的なことは以下のようである。

(a) 当然ではあるが、電圧変化が瞬時のものであってもモーターやファンおよび空気の慣性のため電圧変化後の風速が一定値に至るまでには時間がかかる。図3に風速を上昇させたときの例を示すように、時刻  $t = 60$  で電圧変化を与えたとき、電圧差 1 V（風速差 2 m/s に相当）のとき（Case A）は約 7 秒、電圧差 4 V（風速差 8 m/s）のとき（Case C）は約 12 秒の経過時間を必要とした。また、同図に示すように電圧差が同じ（この例では 1 V，風速差 2 m/s）で風速レベルが異なるとき（Case A, E），いずれも経過時間は 7 秒ほどで風速レベルの影響はあまりない。

(b) 図4に示すように、電圧差が同じ（この例では 1 V，風速差 2 m/s）でも風速を上昇させるとき（Case A）と下降させるとき（Case B）とでは、上昇時には滑らかな立ち上がりを見せているのに対し、下降時にはしばらく一定風速を保ったのち下降を始める。これはファンが一定方向にのみ推進力を与えているためで、推進力方向に加速する風速上昇時は空気をスムーズに加速できるのに対し、風速下降当初はファンは障害物でしかなく空気の慣性のためにしばらくもとの風速を維持することによる。

## (3) 入力電圧を正弦波で与えた場合の出力電圧の変化

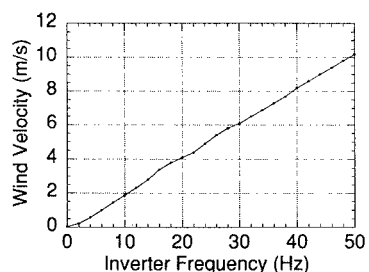


図1 定常運転時のインバータ周波数と吹き出し口中央の風速の関係

図5に示すように入力電圧を正弦波で与え、風速変動が周期的に同じ変化を繰り返す状態に落ち着いたのち、インバータ周波数の最下点から60秒間の風速変動を測定した。電圧レベル、振幅、周期を表2のように組み合わせた。

(c) 図6に周期20秒のときの結果（Case 4, 8, 12）を示すが、前項 (b) と同じ理由で風速上昇時にくらべ下降時の方が少し緩い曲線となっている。また風速レベルの影響は認められない。

(d) 図7に示すように、周期10秒にすると振幅2.56 V（風速差5.12 m/sに相当、Case3）ではもはや電圧変動に追従できず、風速変動の振幅が縮小している。振幅1.26 V（風速差2.56 m/s、Case 7, 11）ではまだ追従できている。

謝辞： 東京大学 木村吉郎講師，大竹完治技官，九州工業大学 久保喜延助教授，福岡工業大学 溝田武人教授，日本大学 山崎淳教授，花田和史教授ならびに関東工学機器 保城誠一氏の皆様にご協力，ご意見を賜りましたこと感謝致します。

参考文献 [1] 小林紘士，ほか：構造減衰を変化させた2次元角柱の渦励振に対する乱れ強度と乱れスケールの影響，第12回風工学シンポジウム論文集，pp.225-230, 1992. [2] 藤本信弘，ほか：アクティブ制御による境界層乱流のシミュレーション，土木学会第49回年次学術講演会，I-517, 1994. [3] 西亮，ほか：乱流風洞の研究（その1）二次元風洞の流れ方向乱流の制御，日本風工学会誌，No.61, pp.1-10, 1994.

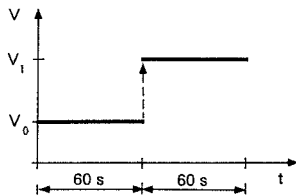


図2 電圧をステップ状に変化させる実験

表1 電圧をステップ状に変化させる実験の条件

| CASE | $V_0$ (V) | $V_1$ (V) |
|------|-----------|-----------|
| A    | 0         | 1         |
| B    | 1         | 0         |
| C    | 0         | 4         |
| D    | 4         | 0         |
| E    | 1         | 2         |
| F    | 2         | 1         |
| G    | 3         | 4         |
| H    | 4         | 3         |
| I    | 1         | 3         |
| J    | 3         | 1         |

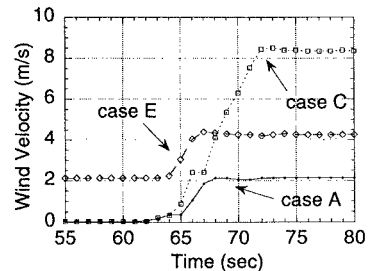


図3 風速が一定になるまでの経過に及ぼす風速差と風速レベルの影響

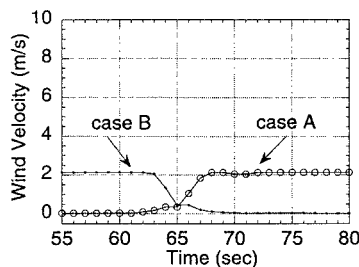


図4 風速上昇時と下降時の差異

表2 電圧を正弦波で与える実験の条件

| CASE | 電圧振幅<br>A (V) | 中心電圧<br>$V_0$ (V) | 周期<br>T (sec) |
|------|---------------|-------------------|---------------|
| 1    | 2.56          | 1.28              | 1             |
| 2    | 2.56          | 1.28              | 5             |
| 3    | 2.56          | 1.28              | 10            |
| 4    | 2.56          | 1.28              | 20            |
| 5    | 1.28          | 0.64              | 1             |
| 6    | 1.28          | 0.64              | 5             |
| 7    | 1.28          | 0.64              | 10            |
| 8    | 1.28          | 0.64              | 20            |
| 9    | 1.28          | 1.92              | 1             |
| 10   | 1.28          | 1.92              | 5             |
| 11   | 1.28          | 1.92              | 10            |
| 12   | 1.28          | 1.92              | 20            |

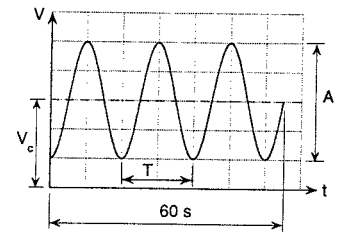


図5 電圧を正弦波で与える実験

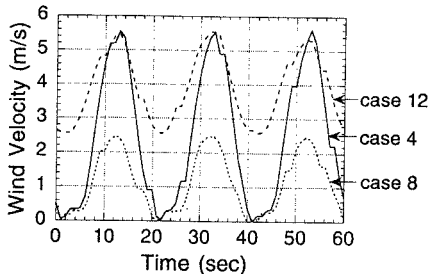


図6 電圧変動周期20秒のときの風速変動

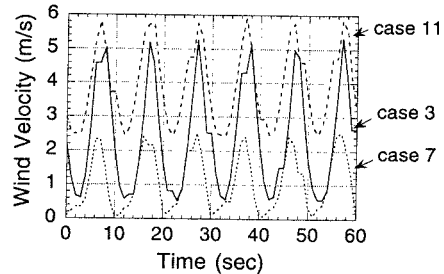


図7 電圧変動周期10秒のときの風速変動