

大型化した AC サーボモータ風洞の変動気流特性

日本大学理工学部

正会員

○野村卓史

国土交通省関東地方整備局

越智 茜

茨城県

黒羽 哲

名古屋大学大学院

正会員

北川徹哉

1. はじめに

これまでに AC サーボモータでファンの回転数を制御する方式の風洞を用いて、突風のような急激な風速変化をする気流や自然風の乱流を模擬する変動気流の生成を行い、それらの気流によって角柱に作用する空気力を測定する実験を行ってきた^{1)~3)}。従来用いていた送風機は、口径 10cm の円形であったので、測定された空気力の値は十分なものとはいえなかった。一辺 40cm の正方形の吹き出し口を有する風洞を導入し、基本的な変動風速の生成を行ったので報告する。

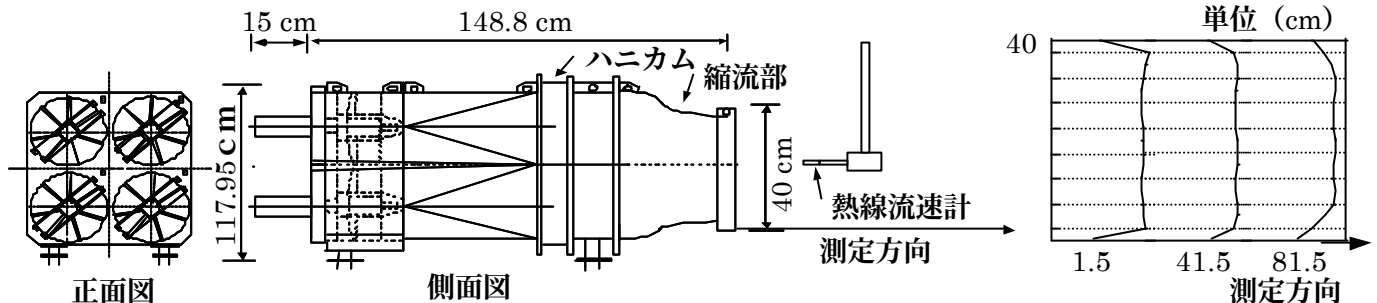


図1 風洞の概要

図2 風速分布図

2. 実験装置と風洞の基本性能

風洞の概要を図1に示す。4つのACサーボモーターが駆動する4つのファンが独立して気流を発生させ、ハニカムと縮流部を経由して整流される。入力電圧 0~10V に対応してファンの回転数が変化し、入力電圧 9.5V のとき風速は毎秒 15.5mに達する。風速測定のため、風洞軸に直交する断面内での移動を電子的に制御するトラバース装置も設置した。

風洞軸に直交する断面内に 17×17、計 289 箇所の測定点を設け、風洞軸方向に吹き出し口から 1.5~81.5 cm 離れた断面において入力電圧を 8V で一定にして風速分布を測定した。風速分布は、断面の中心と 4 つのファンの中心付近で風速がわずかに低下していた。風速分布の偏差は全体で 1%未満である。図2は 3 つの断面における風速の鉛直分布を示したものである。吹き出し口から 41.5 cm の断面付近において風速分布が安定していることが分かったので、以下、変動風の測定実験はこの断面において行った。

3. ステップ波変動気流

制御電圧をステップ状に変化させ、ある一定風から異なる一定風速へ風速を上昇させる、もしくは下降させるという極端な状況における風速の変化を調べた。測定点は断面の中心とした。風速を 6~9~6 m/s 及び 0~4~0 m/s と変化させた場合の測定結果を図3に示す。測定された風速は下降値が 0 m/s になる場合を除き、全てのケースにおいて瞬時に目標の風速域に達することができた。下降値が 0 m/s になるケースについては、ファンが瞬時に停止しても、慣性のための気流の運動が急には止まらないことに原因があると考えられる。

キーワード：AC サーボモータ風洞、変動気流、カルマンスペクトル

連絡先：東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 Tel/Fax 03-3259-0411

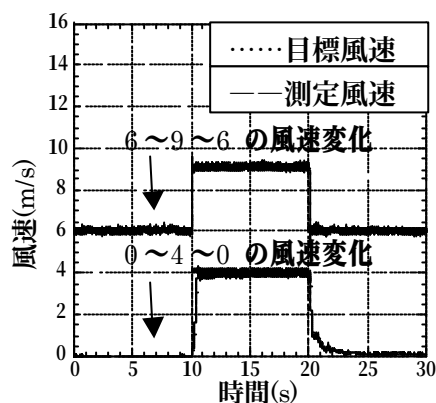


図3 ステップ波変動気流

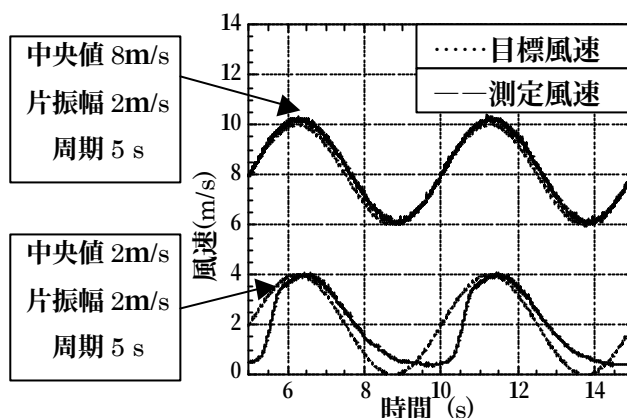


図4 正弦波変動気流

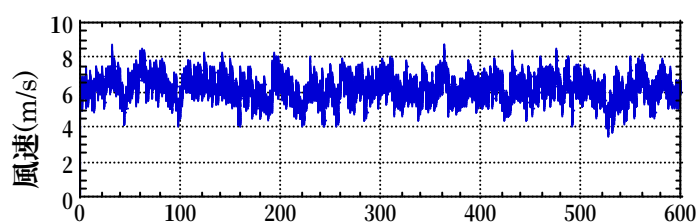


図5 目標波形

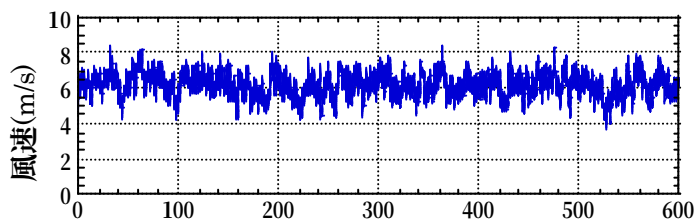


図6 測定波形

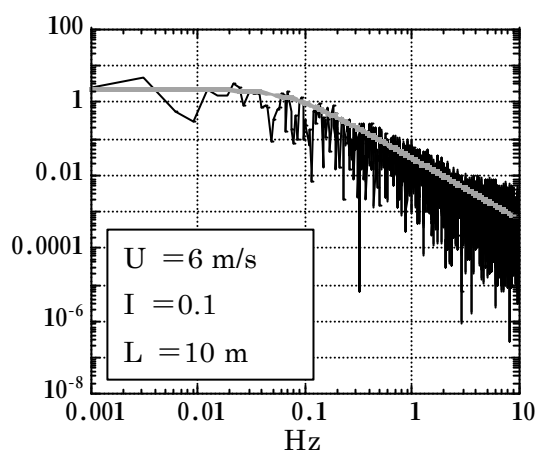


図7 風速変動のパワースペクトル

5. 正弦波変動気流

制御電圧を正弦波で与え、その中央風速と振幅及び周期をそれぞれ変えたときの風速変化を調べた。例として目標風速の片振幅 2 m/s、周期 5 s としたときの中央値が 2 m/s 及び 8 m/s における測定結果を図 4 に示す。測定された風速は、下限値が 0 m/s になるケースを除いて目標値を達成できた。また、周期が 1 秒の場合と下限値が 0 m/s になる場合以外は、ほぼ目標とする正弦波を生成することができた。

6. 自然風の変動特性

自然風と相似な乱流を風洞で再現できるかを確かめるため、カルマンスペクトルに従う人工風速変動に対応する電圧変動を作成して入力し、風速変動を測定した。図 5 には平均風速 $U=6\text{m/s}$ 、乱れ強さ $I=10\%$ 、乱れスケール $L=10\text{m}$ の人工風速変動、図 6 には測定した風速変動の波形を示す。測定時間は 600 秒、測定位置は断面の中心から左に 5 cm、下に 5 cm、測定距離は吹き出し口から 41.5 cm である。測定された風速変動は入力波形をよく模擬していることが分かる。図 7 はそのパワースペクトルで、ほぼ目標のスペクトル分布に従った変化をしている。

<謝辞> 本研究は科研費基盤(B)の補助を受けて行った。

<参考文献> 1) 大津充ほか：ファンの直接制御により生成される変動風の実験特性，土木学会第 51 回年次学術講演会 I-A177,1996. 2) 野村卓史ほか：AC サーボモータでファンを制御する風洞による風速風向変動の生成，第 15 回風工学シンポジウム論文集，pp.197-202, 1998. 3) T. Nomura, et al.: Aerodynamic forces on a square cylinder in oscillating flow with mean velocity, J.W.E.I.A, 91 (2003) 199-208.