

I-A 177

ファンの直接制御により生成される変動風の特性

日本大学理工学部 学生会員 大津 充
 日本大学理工学部 正会員 野村卓史
 東京大学 工学部 正会員 木村吉郎
 日本大学理工学部（研究当時） 石部晋一
 日本大学理工学部（研究当時） 中村芳裕

1. はじめに

筆者らは、大きな乱れスケールの気流を生成することを目的にして、ファンの回転をコンピュータで制御する方式 [1] の風洞の開発を進めている。前報 [2] ではファンを駆動するインバータ・モーターにステップ波形と正弦波形の2種類の電圧変動を入力して、風速変動がどの程度これに追従しているかを報告した。今回はカルマン・スペクトルに従う変動波形を作成し、風速変動を測定した。また吹き出し口に格子をつけたことによる影響も調べた。

2. 実験の概要

風洞は前報 [2] と同じ、吹き出し口 $600\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 、最大風速 10 m/s の吹き出し型を用いた。インバータ容量は 0.75 kW である。インバータに入力する電圧変動のスペクトル分布はカルマン・スペクトルに従うもので、平均風速を $U = 2\text{ m/s}$ 、乱れ強さを $I = 10\%$ とし、乱れスケールを $L = 10\text{ m}$ と $L = 100\text{ m}$ の2通りを作成した [図1]。

これらの電圧変動を入力し始めてから30秒後に測定を開始し、30分間の風速変動を熱線流速計により測定した。サンプリング周波数 100 Hz とし、 40 Hz のローパスフィルターを経由してデジタルレコーダに記録した。プローブの設置位置は図2に示すように吹き出し口の中心点から 5 cm 下方の軸上で、吹き出し口から 20 cm 離れた点Aおよび 40 cm 離れた点Bの2ヶ所である。また、乱流格子は幅 1.2 cm のセロテープを縦・横 10 cm ピッチで貼って作成した。

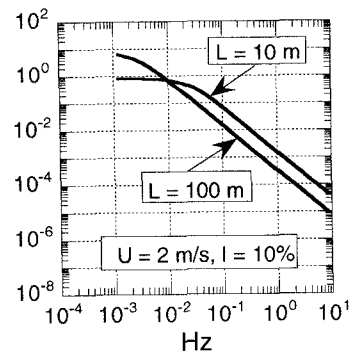


図1 入力波形のスペクトル

3. 測定結果

(1) 風速変動

測定結果の一例として、乱れスケール $L = 100\text{ m}$ の入力波形を与えたときに点Aで測定した風速変動を図3に示す。インバータの容量が小さいにもかかわらず、かなりよく入力波形に追従している。図4には別のケース ($L = 10\text{ m}$, 点B) における測定結果を拡大して示した。細かく見ると入力波形の変化を再現できていないところがあることが分かる（記号□のところなど）。また全体的に加速時には入力波形よりなだらかに風速が上昇し、減速時には入力波形より急に減速する、という傾向が認められた。これは前報 [2] の知見と対応している。格子を付けた場合は図4 (c) に示すように高周波の変動がかなり入る結果となった。

(2) スペクトル分布

図5には、測定した風速変動のパワースペクトル分布の例を、入力変動のスペクトル分布（太い灰色の線）とともに示す。平滑化していないので高周波数になるほど幅が広がっているが格子がない場合 [(a) と (b)] には入力変動のスペクトルとほぼ対応していることが分かる。特に低周波数側がよく一致していることが、ファンを直接制御する方式の特徴といえる。これに対して格子を付けた場合 [(c)] は高周波数領域のパワーが上がってしまっている。

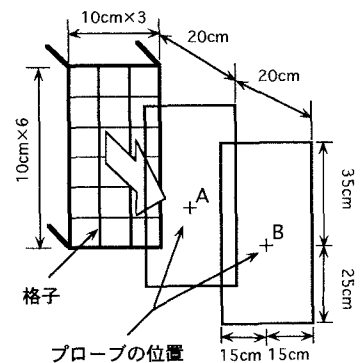


図2 測定位置および格子の形状

4. おわりに

入力波形にかなりよく追従した風速変動が得られたが、測定点が吹き出し口に近いためであるともいえる。西ら[1]は風路内で3 m 下流の位置で測定している。もっと下流で測定すること、入力波形と出力波形の相関スペクトルを求めて定量的に議論すること、などを今後の課題としたい。

謝辞：入力変動波形の作成には東京大学大学院北川徹哉氏の助力を得ました。また、本研究は文部省科学研究費補助金の助成のもとに行いました。記して謝意を表します。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 野村卓史ほか：ファンの直接制御による変動風生成の試み，土木学会第50回年次学術講演会，I-743，1995.

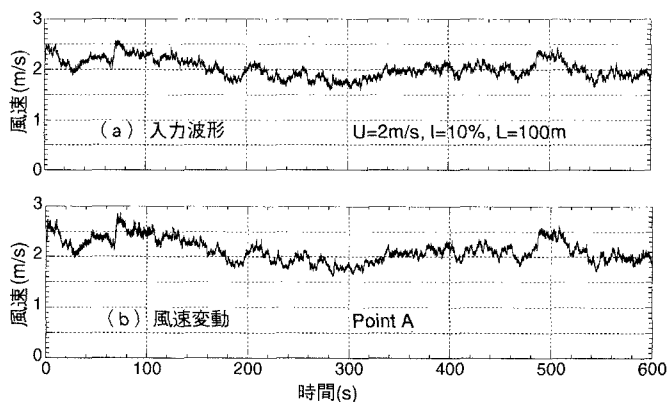


図3 入力波形と測定した風速変動の比較

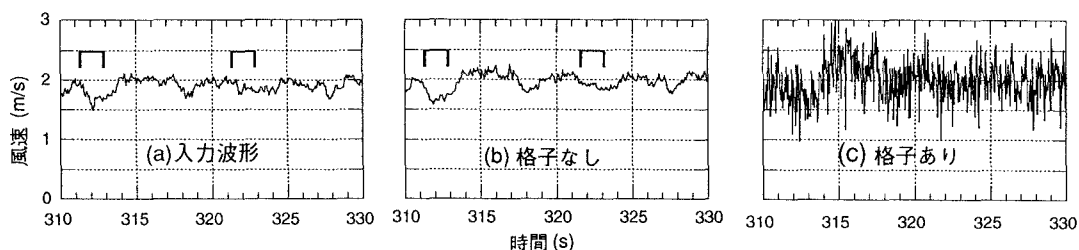


図4 波形の拡大図（ $L=10$ m, 点B）

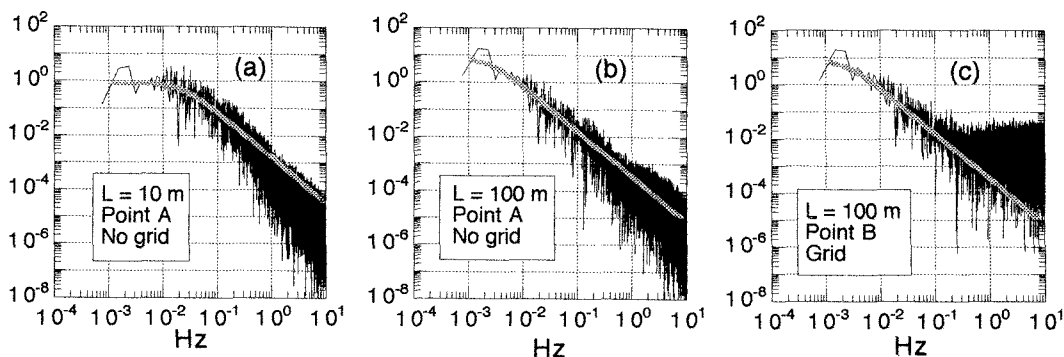


図5 風速変動のパワースペクトル（灰色の線は入力波形のスペクトル）