

金沢工業大学 正 員 中川武夫

金沢工業大学 学生員。元川浩和

金沢工業大学 正 員 今井 悟

1. 緒言

自然の風が「風の息」と呼ばれる間欠的であって非常に速度変動をくり返すことは風鈴の音の鳴り具合から容易に理解できることである。ところで、自然の風の性質を知るための努力は多しいが、要として、これを定量化する手段としての風速計の性能上の限界により未だ十分には明らかにはされていない。すなわち、風洞内ではしばしば高性能の熱線風速計が風の測定に用いられるものの屋外における自然風測定用としては現在でも大部分の場合にプロベラ式風速計あるいは三杯式風速計が用いられている。したがって、現存する自然風に関するデータの多くはこれらの回転式風速計で測定された一定時間当りのプロベラ回転数を風速に較正した“平均風速”であり決して“瞬間風速”ではない。この観点から、先に述べたような繊細な自然風の性質を忠実に定量化するためには、風速の瞬時値を正確に検知できる風速計の出現が強く望まれるわけである。

本研究は、自然風の性質の定量化を可能にした張糸式風速計[1] による自然風と扇風機風との比較実験を通して自然風の性質を明らかにすることをその目的とする。

2. 張糸式風速計

Fig.1 に本実験に使用した張糸式風速計の全容を示す。張糸式風速計とは「空気中に張り合わせてある糸は流す方向への風速に依じた抗力を受けた」という物理原理に基づいて設計された風速計である。すなわち、この糸に働く抗力を速度に較正する糸が張り合われている位置での風速が求められることとなる。風速計の速度検出部は本体底部に張り合えられた三本の綿糸1,2,3 及び3 である。各

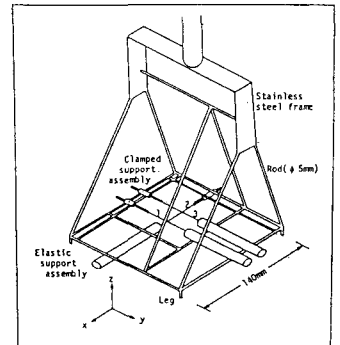


Fig.1 Tension thread anemometer

綿糸の一端は剛性支持され、他端は厚さ 0.5 mm の片持寸板先端に弾性支持されている。なお、片持寸板の両面には各一枚ガムの半導体わずみゲージがはいてある。各綿糸の長さ、太さは 55 mm と 0.1 mm であり、綿糸 1,2,3 は互いに直交する x,y,z 方向の速度成分を独立に検出する。

張糸式風速計の速度検出過程は流れる綿糸が受ける片持寸板の面に垂直方向の抗力をまず片持寸板自体のわずみ変位に変換する。さらに、この変位を半導体わずみゲージを用いて電圧信号に変え、データレコーダに記録するというものである。なお、本張糸式風速計は風洞内において、ピトー管により較正された。

3. 実験及び解析方法

自然風の測定は厚沢工大 15 号館の地上からの高さが約 15 m の屋上において実施された。一方、

扇風機風の測定は風洞内で行われた。なお、ここに用いた扇風機の風力周波数は 24 Hz である。計測された自然風と扇風機風の時間変動はデータ・レコーダにまず記録された。これらのデータのうち、自然風と扇風機風のそれぞれについて、代表的な 30 秒間のアナログ・グラフをサンプリング周波数 20 Hz でデジタル化した。また、風力スペクトル解析には最大エントロピー法 (MEM 法) を用いた [2]。

4. 実験結果及び考察

Figs.2 と 3 にはそれぞれ、ここに解析を行なった自然風及び扇風機風の時間変動記録のうち、最初の 5 秒間の部分のみを例示した。両図を比較することにより、速度変動幅については自然風の方が扇風機風よりいずれの速度成分においても大いが、速度の変動周波数については自然風に含まれる周波数の方が扇風機風に含まれる周波数より低いことが指摘できる。同様な結果は Figs.2 と 3 に示した風速を平均風速と乱れ風速とに分離したうえで求めたヒストグラムからも得られている [3]。

Figs.4 と 5 にはそれぞれ自然風と扇風機風の X 方向の速度成分 u のパワー・スペクトル密度を示した。これらの図から、自然風の速度成分 u のエネルギーは周波数 f の増加に伴って減少するが、その分配は図中に併記されている傾斜曲線 $f^{-5/3}$ との比較から明らかに $-5/3$ よりやや小さい。これに対して、扇風機風のそれは $f=0.2$ Hz までは周波数の増加に伴って減少するが、これ以上の周波数範囲では上下に数回変動するものの平均的にはほぼ一定の分布となっている。Fig.5 の結果は扇風機風のエネルギーが、ここに解析した周波数の範囲外にある扇風機風の主要周波数 $f=24$ Hz より低周波数帯へを輸送されることを示唆している。自然風と扇風機風の Y 方向の速度成分 v のパワー・スペクトル密度の傾向は X 方向のそれとよく似たものとなったが、自然風の Z 方向成分 w のパワー・スペクトルは解析を行なった全周波数範囲にわたってほぼ一定という特徴的な分布となった [3]。

参考文献

- [1] 中川武夫：張糸式流速計に関する構造力学的かつ流体力学的考察。第28回構造工学シンポジウム論文集、65-72(1982)。
- [2] 日野幹雄：スペクトル解析。朝倉書店 p.213(1977)。
- [3] 中川武夫・今井浩・元川浩和：自然風と扇風機風との比較実験。第7回風工学シンポジウム論文集、1-8(1982)。

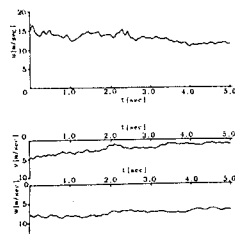


Fig.2 Time history of natural wind.

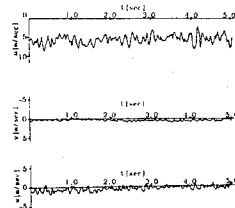


Fig.3 Time history of electrical fan breeze.

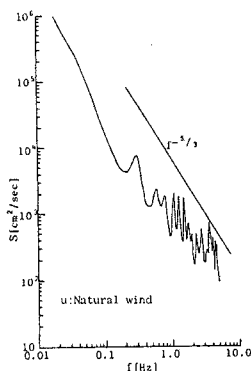


Fig. 4

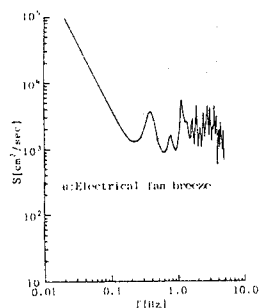


Fig. 5

Power spectral density of wind velocity component u.