

510 IT 機器冷却用ファンの騒音特性

Noise characteristics of cooling fans for information devices

○学 山本雅則 (法政大院) 正 御法川学 (法政大) 正 長松昭男 (法政大)

正 伊藤孝宏 (オリエンタルモーター) 正 高橋政行 (オリエンタルモーター)

Masanori YAMAMOTO¹⁾, Gaku MINORIKAWA²⁾, Akio NAGAMATSU²⁾, Takahiro ITO³⁾, and Masayuki TAKAHASHI³⁾

1) Graduate school of Hosei university, 3-7-2 Kajinocho, Koganei-shi, Tokyo, Japan

2) Hosei University,

3) Oriental motor Co., Ltd.

Key Words : Fan, Performance, Noise, Similarity law, Rotating noise

1. 緒言

パーソナルコンピュータに代表される IT 機器は一般家庭に広く浸透しつつあるが、そのほとんどに冷却用ファンが取り付けられている。IT 機器冷却用として使用されているファンは、そのほとんどが軸流ファンであり、羽根車外径が 120mm 以下、吐出し静圧が 10mmAq 以下、流量が 5m³/min 以下といったものがほとんどである。これらが発生する音圧レベルは騒音公害を引き起こすほど大きくないが、オフィスなどの静穏な環境下で使用されること、また音源が受音点 (耳の位置) に近いことから、耳障りな騒音として問題になっている。

この種のファンに対する静音化の要求は極めて強く、低騒音を売り文句にしている製品がほとんどである。しかしながら、

- ① 性能や騒音の絶対量が小さいため、測定方法が確立または統一化されていない。
- ② 低コストで大量生産されているため、製品のばらつきによる騒音レベルの差が大きい。
- ③ 音源特性が明確でなく、静音化の指針が得られていない。

などの問題がある。特に③に関しては、ファンの音源は、(1) 軸受けなどの振動による機械的騒音、(2) モータなどの電磁力による騒音、(3) 羽根車から発生する空力騒音、に大別できるが、これらのどの成分が支配的なのかは明確ではない。

本研究では、ファン静音化のための指針を得るために③に着目し、ファン直径およびファン回転数と騒音レベルの関係を調べ、音源特性を把握することを試みる。

2. 実験装置および方法

本実験で使用したファンは、羽根車外径 $D_2=40\text{mm}\sim 120\text{mm}$ の小型軸流ファン 10 種類 (Type A-J) であり、ほぼ相似形の羽根形状を有している。なお、羽根枚数 Z は 7 または 9 であり、回転数 n はファンにより異なっている。図 1 にファンの形状を示す。性能測定は、図 2 に示すようなダブルチャンバー方式の試験装置を用いて行い、流量-静圧特性を求めた。

供試ファンの騒音測定は、ファンの騒音が非常に小さい

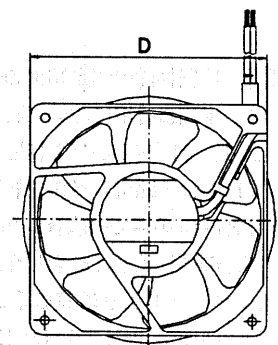


Fig. 1 Test fan

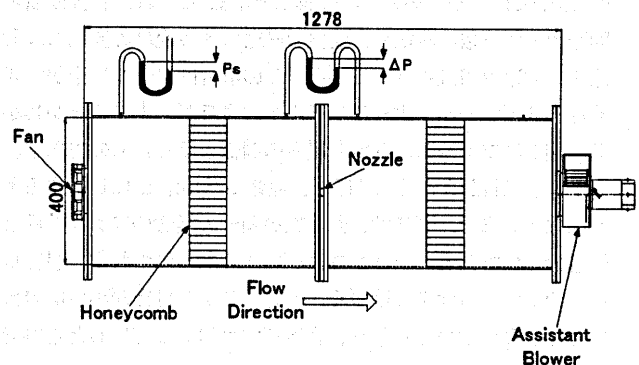


Fig. 2 Performance test apparatus

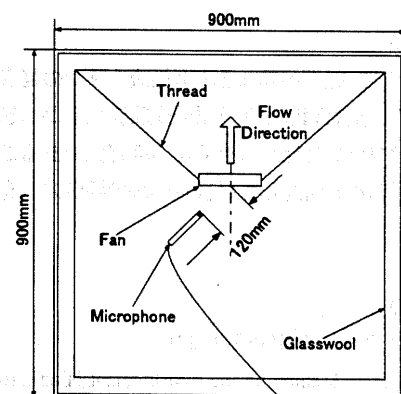


Fig. 3 Setup for acoustic measurement

ため、図2の装置では行えず、図3に示すような、900mm×900mm×900mmの立方体の無響箱を作り、ファン気流の影響を受けないよう、箱の中央付近に供試ファンを糸で吊るし吸込み側にマイクロフォンを設置して測定を行った。また、電圧を変えられる電源を用い、任意の回転数における騒音レベルを求めた。また騒音信号はFFT分析器にて周波数解析した。

一般にファンが相似形状であれば、(1)式に示す比騒音レベル L_{SA} はほぼ同一の値となる。本式は音源が主に空力騒音の場合成立するが、第2項から、回転数が同一であれば騒音レベル L_A はファン外径の7乗に比例し、ファン外径が同一であれば回転数の5乗に比例することが予想される。

$$L_{SA} = L_A - 10 \log_{10} QP_T^2 \quad (1)$$

3. 実験結果

供試ファンの風量-静圧特性の測定結果の一例を図4に示す。共通する特徴として、中間風量域において流量に対して静圧が変化しない領域があり、ほぼ右下がりの特性を示す。なお、ここでは任意の運転点における騒音レベルを計測しておらず、図3の試験方法では、静圧=0の点での騒音レベルが得られることになる。しかし、実際の運転状態は締切り点風量に近い点であることが予測でき、スペクトル形状は異なることが考えられる。

図5は Type C($D_2=40\text{mm}$)、Type D($D_2=120\text{mm}$)のファンの2000rpmにおける騒音スペクトルである。供試ファンにおいては233Hzにもっとも大きな卓越成分があり、これは羽根枚数×回転数の周波数にあたり、羽根の通過に伴う流れの変動による騒音(翼通過周波数音)である。この成分はファン外径が大きくなるほどオーバーオールレベルへの寄与が大きいことがわかる。図6はファンの周速度と騒音の関係を示したものである。ファン回転数が大きくなるほど、騒音レベルは u^6 に比例するようになる。また、図7は、回転数が同一の場合のファン外径と騒音の関係である。ファン外径が大きくなるにつれて、騒音レベルの比例乗数は7に近づく。一方、ファン外径が小さい場合には比例乗数は小さくなり、音源特性が異なっていると推察できる。

4. 結論

大きさや回転数が異なる小型軸流ファンの騒音特性を計測したところ、空力騒音である翼通過周波数音が卓越しており、その寄与はファン外径が大きくなるほど大であることがわかった。今後は運転点を考慮した騒音レベルの評価方法を確立する必要がある。

参考文献

- 1) AMCA Standard 210-85 (1988)
- 2) ISO 10302 "Method for the measurement of airborne noise emitted by small air-moving devices" (1996)
- 3) オリエンタルモーター 技術カタログ (2001)

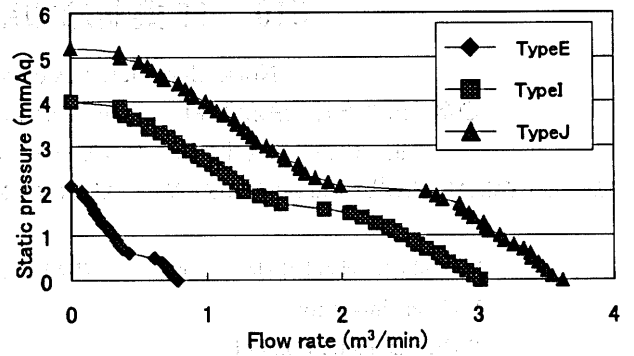


Fig.4 Performance characteristics of test fans

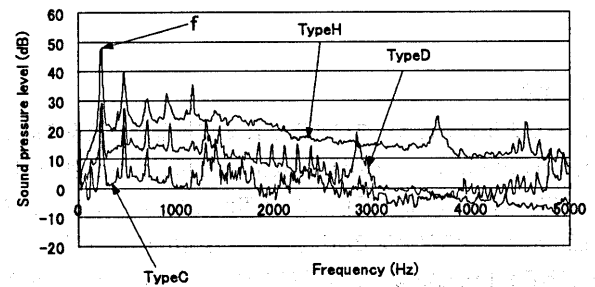


Fig.5 Noise spectra

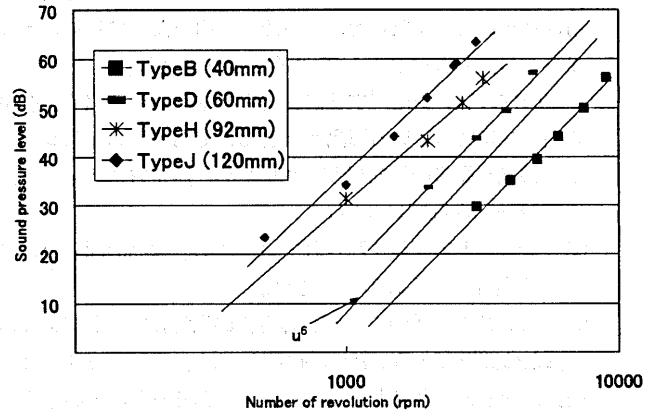


Fig.6 Relationships between rotating speed and sound pressure level

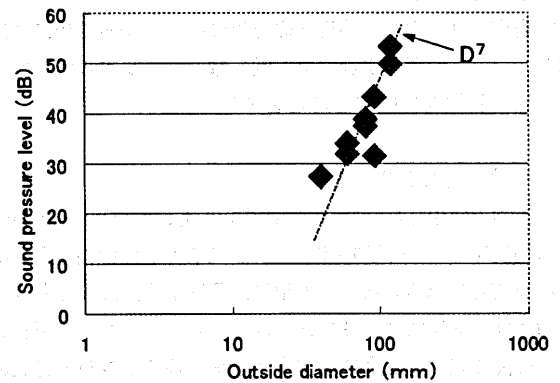


Fig.7 Relationship between fan diameter and sound pressure level