

装置の通風抵抗と動作風量測定器 「San Ace Airflow Tester」の開発

石原 勝充

Katsumichi Ishihara

村松 陽

Yo Muramatsu

戸田 貴久

Takahisa Toda

小池 正啓

Masahiro Koike

漆本 光瑠

Hikaru Urushimoto

1. まえがき

近年、装置の高機能化・高速化が進んでいる。その一方で、環境面から装置の低騒音化と低消費電力化も重要視されてきている。このような状況の中で、装置の熱設計への重要度が高まっている。熱設計で重要な要素のひとつとして、最適なファンを選定することである。ファンの選定方法は、過去の実績からの推定やシミュレーションを行い、最終的に実機による評価という流れが一般的である。装置の通風抵抗と動作風量を容易に知ることができれば、その装置におけるファンの動作点がわかるため、さらに絞り込んだファンの選定が可能となる。つまり、冷却能力のほかに、消費電力や騒音値でも最適なファンを選定できる。

世の中には、通風抵抗や風量を測定する方法はあるものの、測

定器が大型だったり、測定精度が悪かったりと、これらからファンを選定するには難易度が高かった。

そこで、装置の通風抵抗と動作風量を簡単かつ正確に測定できる「San Ace Airflow Tester」(以下、開発品という)を開発した。

本稿では、まずその概要と特長を紹介する。次に、開発品の使用例として、ファンの選定例を説明する。

2. 開発品の概要

2.1 外観・寸法諸元

開発品の外観を図1に、寸法諸元を図2に示す。

開発品の仕様諸元を表1に示す。

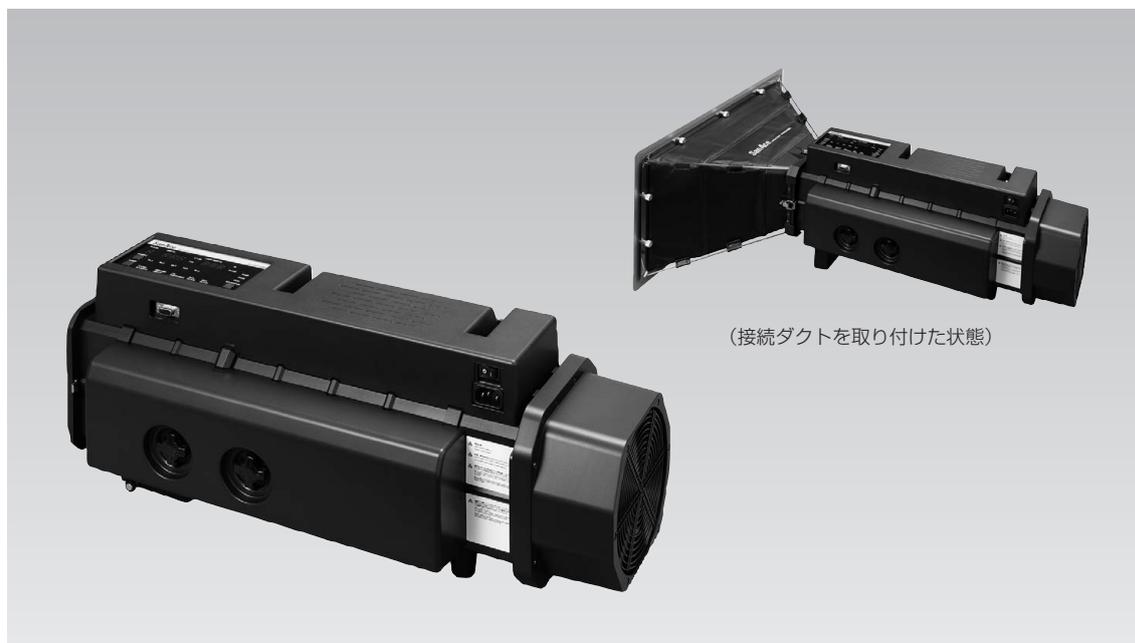


図1 「San Ace Airflow Tester」の外観

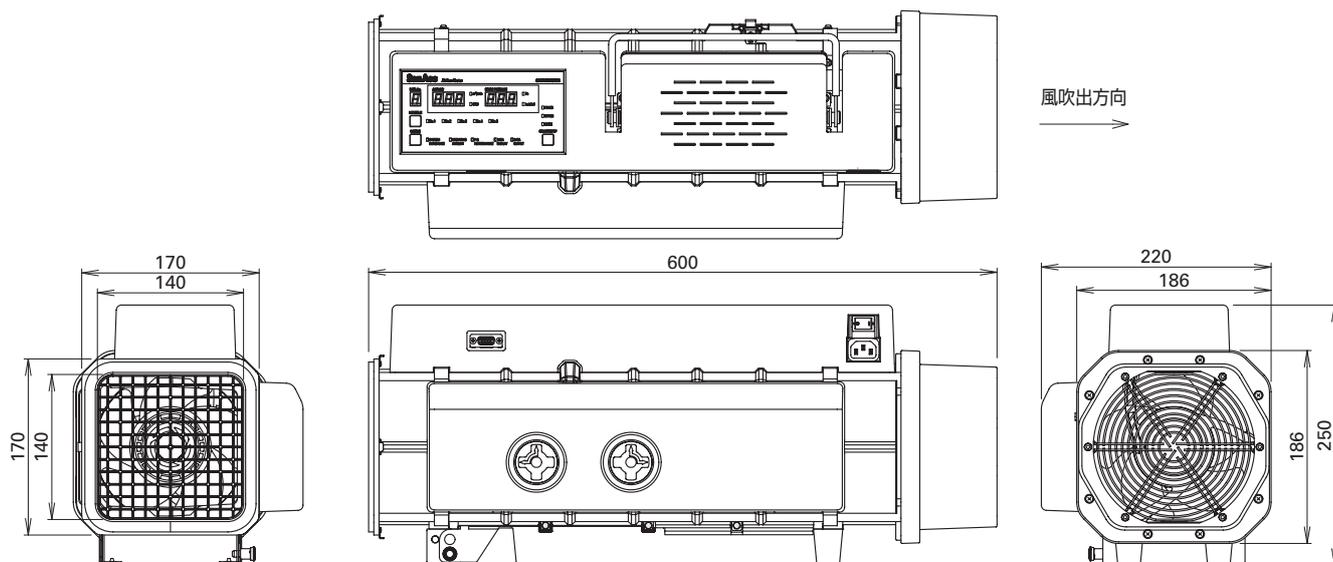


図2 「San Ace Airflow Tester」の寸法緒元

表1 開発品の仕様諸元

項目		仕様
測定機能		通風抵抗, 動作風量, 風量-静圧特性
測定範囲	風量	0.2 ~ 8m ³ /min (7 ~ 282CFM)
	静圧	0 ~ 1,000Pa (0 ~ 4.01inchH ₂ O)
測定精度	風量	各ノズルでの最大測定風量の±7%
	静圧	200Pa未満の測定値に対して±10Pa 200Pa以上の測定値に対して±50Pa
表示/出力データ	本体表示	風量, 静圧 (標準大気圧換算: 20°C, 1013hPa)
	データ出力	風量, 静圧 (標準大気圧換算: 20°C, 1013hPa), 大気圧, 周囲温度, 湿度
通信方法		RS-232C - USB シリアルコンバーター
使用・保存環境	周囲温度	0 ~ 40°C
	湿度	20 ~ 85%RH (結露なきこと)
電源	入力電圧	AC100 ~ 240V, 50/60Hz
	消費電力	260VA Max.
外形寸法		600 (W) × 250 (H) × 250 (D) mm
接続ダクト開口寸法		500 × 250mm
質量		本体: 約6kg, 接続ダクト: 約1.5kg

3. 開発品の特長

3.1 小型・軽量

開発品は全長600mm×高さ250mm×幅250mm、質量6kgと小型で持ち運びができる大きさ、質量となっている。本体は主に樹脂成型品で構成し、軽量化を実現した。また、電源や制御部品を本体上部に配置、センサ類などを本体側面に配置し、本体と一体化の構造としたことで、小型化を実現した。さらに、可搬性を考慮し、持ち運び時以外は収納しておける移動用のハンドルを装備している。そのため、大型の装置の場合、装置設置場所から移動させずにその場で容易に測定することが可能である。

3.2 測定精度

3.2.1 ダブルチャンバー方式

開発品の測定原理はダブルチャンバー方式を採用している。この方式は、JIS-B-8330を参考にしており、ファンのように送風された風が乱れているような場合、ピトー管を用いた方式や風速から計算する方式に比べ、測定精度が高いため、ファン性能試験器のほとんどがこの方式を採用している。

開発品のモデル図を図3に示す。

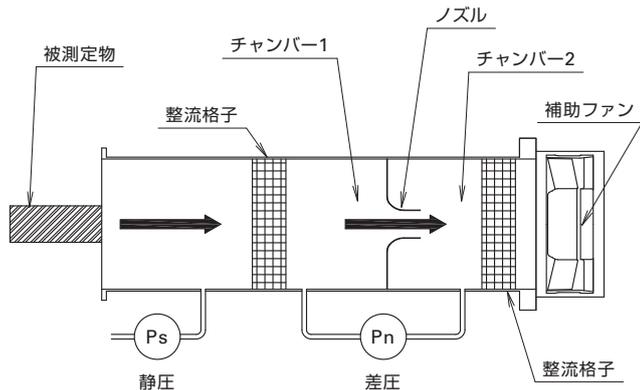


図3 開発品のモデル図

チャンバー1とチャンバー2はノズルで仕切られており、風はノズルを通過する。この時、チャンバー1とチャンバー2との間で圧力差(=差圧)が生じる。この差圧を測定することにより、風量を算出できる。また、チャンバー内と大気圧との圧力差(=静圧)を同時に測定できるため、通風抵抗および動作風量の測定が可能となっている。補助ファンで被測定物の中に強制的に空気を流して、差圧と静圧を発生させ、通風抵抗を測定する。動作風量の場合は、チャンバー1の静圧が0になるように補助ファンでコントロールし、この時の差圧から風量を算出している。

3.2.2 ノズル

ダブルチャンバー方式では、ノズルで発生する差圧から風量を算出している。しかし、風量が小さい場合、ノズルの開口径が大きいとチャンバー1とチャンバー2の差圧が小さすぎるため、風量の誤差が大きくなってしまいます。そこで、エアフローテスターの風量測定範囲内で使用できるノズルを5種類設計した。風量に応じてノズルを使い分けることで、測定範囲全域において精度の高い測定ができる。ノズルの外観を図4に、ノズルの仕様を表2に示す。

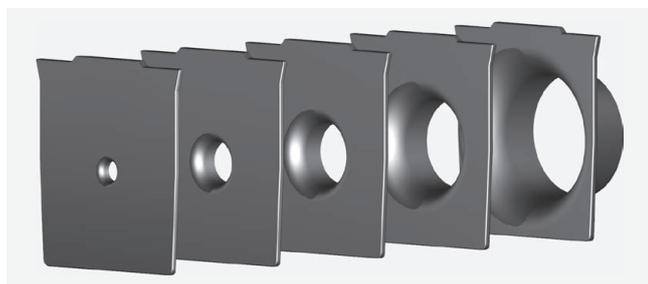


図4 ノズルの外観

表2 ノズルの仕様

ノズル番号	内径φ [mm]	風量測定範囲 [m ³ /min]
No.1	18	0.20 ~ 0.42
No.2	28	0.42 ~ 0.90
No.3	42	0.90 ~ 1.90
No.4	60	1.90 ~ 3.90
No.5	82	3.90 ~ 8.00

開発品は5種類のノズルを入れ替える機構になっており、測定する風量に応じて交換して使用する。もし、測定範囲外の風量のノズルを選択した場合、適正なノズルに交換する誘導システムが働き、必ず測定精度が高い範囲で測定できるようになっている。

3.3 データ表示ソフト

測定したデータは本体上部の操作パネルで確認できるほか、RS-232C-USBシリアルコンバーターを介してパソコン上でグラフ化できる。グラフ化する専用ソフト「データ表示ソフト」での表示画面の例を図5に示す。

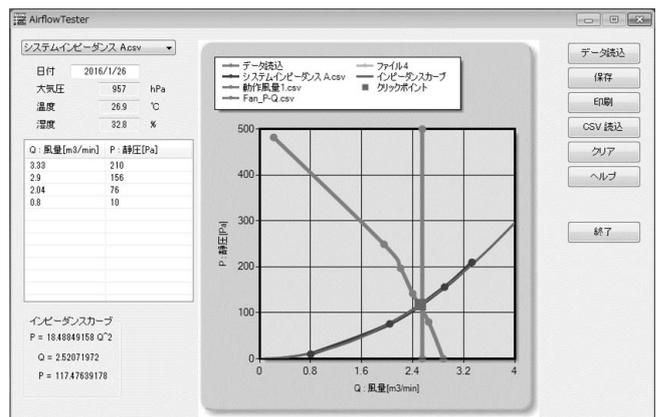


図5 「データ表示ソフト」の表示画面

通風抵抗、動作風量、ファンの風量-静圧特性のデータを重ねて表示し、グラフ上の任意の点(例えば、グラフの交点)を選択すると、その風量と静圧の値が表示される。そのため装置にファンを実装した時の動作点を簡単に見つけることができる。また、選択した点を通過する二次曲線を描き、その傾き(=圧力損失係数)も自動的に計算される。グラフで表示した情報は、CSV形式で保存が可能であり、表計算ソフトなどで活用もできる。また、保存したCSV形式のデータを読み込めば、測定時と同じ表示ができるため、後日測定したデータとも簡単に重ね合わせて表示できる。

4. 開発品を用いたファンの選定例

通風抵抗は二次曲線に近似することができ、静圧Psと風量Qから次式で表される。

$$Ps=C \cdot Q^2$$

ここで、Cは圧力損失係数と呼び、装置など負荷により定まる係数である。この圧力損失係数が大きいと通風抵抗は大きくなり風が流れにくく、小さいと風が流れやすい。

開発品で測定したデータとこの関係式とを活用して装置に最適なファンを選定する方法の一例について述べる。

4.1 装置の通風抵抗測定によるファンの選定

装置の通風抵抗を測定し、装置の冷却に必要な風量と測定値から最適なファンを選定する例について説明する。

まず、開発品で装置の通風抵抗を実測し、図6に示すように、二次曲線の近似線を描く。次に、計算で出した装置内部を冷却するのに必要な風量との交点から必要動作点を見つける。この動作点に近く、右上を通るファンを選定する。選定したファンの中から、音圧レベルと消費電力の低いファンを選択する。

図6の例の場合、ファンAもファンBも必要動作点を満たしているため、冷却能力は問題ない。しかし、それぞれのファンの動作点では、ファンBの方が音圧レベルは4dB(A)低く、消費電力は4.2W低いため、ファンBを選定した方が最適と言える。このように、装置に最適なファンの選定が的確かつ簡単にできる。

4.2 装置の動作風量測定によるファン選定

装置にすでにファンが搭載されている場合に、動作風量を測定してさらに最適なファンを選定する例について説明する。

まず、開発品で装置の動作風量を測定する。次に、図7に示すように、装置に搭載されているファンの風量-静圧特性を描き、測定した動作風量との交点を見つける。これが現在のファンの動作点となる。この動作点を通過する二次曲線 $Ps=C \cdot Q^2$ を描く。計算または、現在のファンの回転速度を変化させ、装置内部を冷却するのに必要な風量を求める。二次曲線 $Ps=C \cdot Q^2$ と必要風量との交点が必要動作点となる。必要動作点に近く右上を通るファンを選定する。選定したファンの中から、音圧レベルと消費電力の低いファンを選定する。

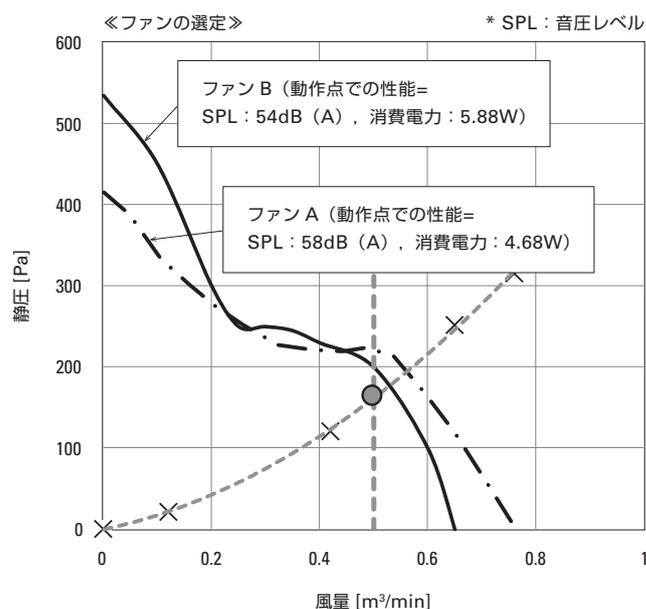
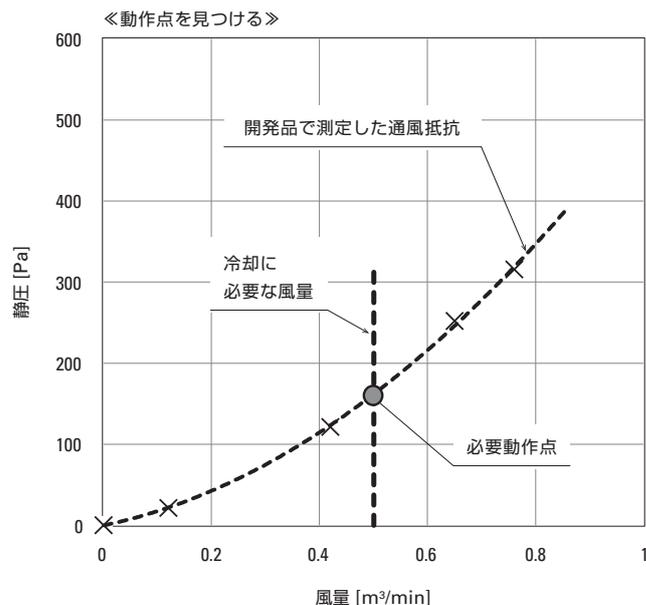


図6 装置の通風抵抗からの最適なファン選定例

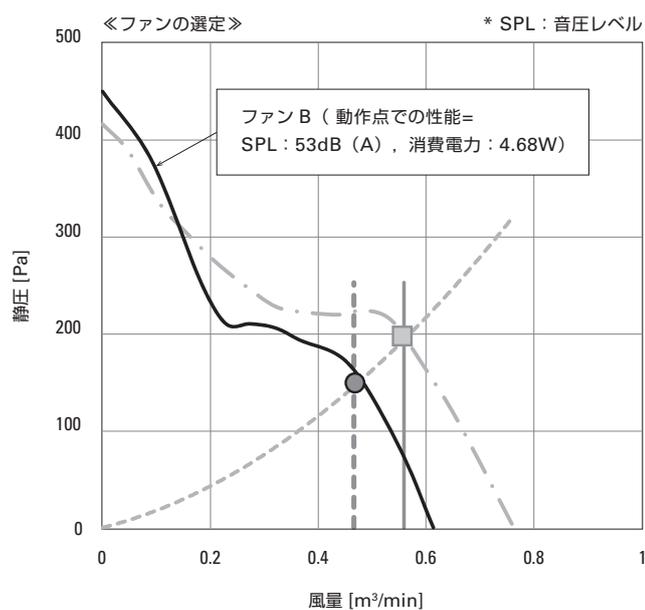
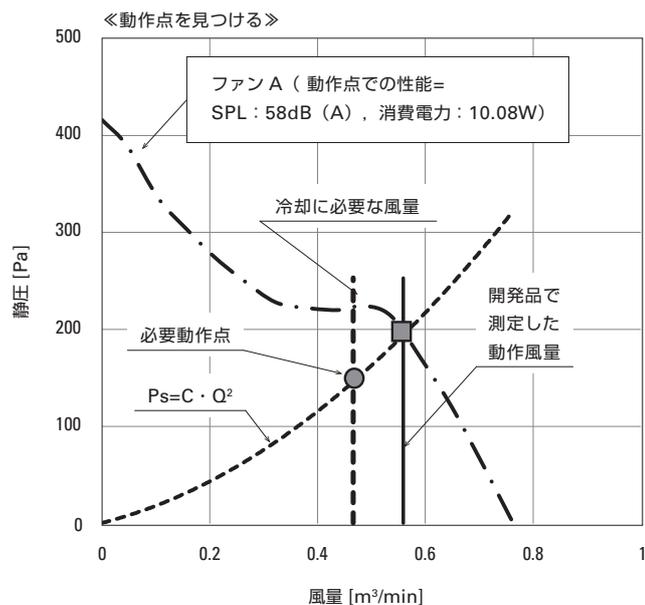


図7 装置の動作風量からのファン選定例

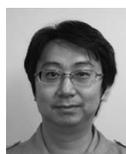
図7の例の場合、冷却に必要な風量以上のファンAが搭載されていたことになる。ファンBに変更することで、冷却性能を満たしながらも、音圧レベルは5dB(A)下がり、消費電力も5.4W下がり、この装置にとって最適なファンとなる。このように、装置の最適設計に大きく活用できる。

5. むすび

本稿では、開発した通風抵抗と動作風量を測定できる「San Ace Airflow Tester」の概要と特長、活用例として最適なファンの選定例を紹介した。本開発品は、小型で持ち運びができ、容易に通風抵抗および動作風量が測定できる測定器として、業界初*の製品である。お客さまの装置開発において、これまで見えなかった装置の通風抵抗や動作風量をはっきり見える化でき、ファンの最適な選定に大いに役立つとともに、開発期間の短縮化にも貢献できると考える。

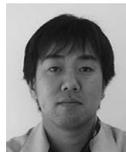
今後もお客さまが製品開発する立場になって考え、お客さまのニーズに応えられる製品を提供していく所存である。

* 2016年9月14日現在、当社調べ。



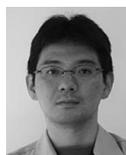
石原 勝充

2001年入社
クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発、設計に従事。



村松 陽

2002年入社
クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発、設計に従事。



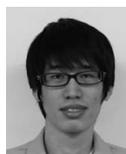
戸田 貴久

1997年入社
クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発、設計に従事。



小池 正啓

2006年入社
クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発、設計に従事。



漆本 光瑠

2014年入社
クーリングシステム事業部 設計部
冷却ファンの開発、設計に従事。