

ファンの信頼性を高める技術

渡辺 道徳

Michinori Watanabe

1. まえがき

当社は業界に先駆け、信頼性の高いファンとして1991年に長寿命ファンLタイプ(以下、従来品という)を開発・製品化した。以来、20年以上の実績を積み上げている。製品ラインアップは120mm角38mm厚サイズのファンを皮切りに、現在では40mm角28mm厚からφ172mm51mm厚までの8種にファンサイズを拡充している。一般的なファンの2.5～5倍の寿命を有することが、特に装置の長寿命化・高信頼性を必要とするお客様のニーズに適合し、さまざまな用途にお使いいただいている。(1)(2)(3)(4)

近年、情報・通信機器においては、高性能化と装置のダウンサイジングにともなう高密度実装化から、使用する冷却ファンについても、サイズはそのままに冷却性能(風量-静圧特性)を高めることを求められてきた。

本稿では、冷却性能を高めつつ、従来よりも長寿命化して信頼性を高めている冷却ファンとして、新たに開発した高風量・長寿命ファン「San Ace 60L・80L・92L」9LGタイプ(以下、開発品という)に採用した技術を中心に、ファンの信頼性を高めるための技術について紹介する。

なお、開発品の製品詳細については、本号の新製品紹介記事をご覧ください。



図1 開発品の外観例 (San Ace 80L 9LG タイプ)

2. ファン長寿命化のポイント

ファンの信頼性を示す代表的な指標のひとつが「寿命(期待寿命)」である。ファンの寿命はおもに軸受の寿命で決定される。当社ファンの軸受には、軸受内部に潤滑用グリースが封入されたボールベアリングを採用している。軸受の寿命には「疲れ寿命(はくり寿命)」と「グリース寿命」とがあるが、ファンの寿命を決定付けるのは「グリース寿命」である。

グリース寿命を向上させる要因として

- (1) 軸受温度の低減
- (2) 軸受荷重の低減
- (3) グリースの改善
- (4) 軸受の改善

が主なものである。

(1) 軸受温度の低減

当社ではこれまで、高温下での加速寿命試験を実施しており、ファンの周囲温度を低減することが長寿命化につながることを確認している。また、グリース寿命の推定式からも軸受温度の低減が長寿命化につながる事がわかる。軸受温度低減は長寿命化に必須である。

(2) 軸受荷重の低減

ファンは産業用モータなどと異なり、基本的には自身の翼・ロータ以外にモータへ荷重がかからないため、軸受荷重も比較的軽荷重である場合がほとんどである。しかしながら、高回転化にともない、軸受への荷重は増える傾向にある。

軸受荷重を低減することにより、グリースに与える荷重が低減され、グリースの劣化は軽減されることから長寿命化が期待できる。また、グリース寿命推定式からも、軸受荷重を低減することが長寿命化につながる事がわかる。

(3) グリースの改善

グリース寿命を向上させるには、グリースそのものの改善も有効である。グリースの劣化要因には、温度などによる化学的劣化、軸受の回転によってグリースが機械的に破壊されることによる物理的劣化などが考えられる。これらの劣化要因を抑えたグリースを、ファンの使用環境・条件を考慮しながら選定する必要がある。

(4) 軸受の改善

軸受の耐荷重を向上させることは、軸受荷重を低減させることと同じ効果が得られる。一般的には、サイズの大きな軸受ほど耐荷重は大きくなるが、モータサイズや軸受自身の負荷トルクを大きくしてしまうなどのマイナス面もあるため、ファンサイズや要求性能を考慮しながら選定する。

開発品では特に上記(1)、(2)を行った。(3)、(4)については、要求性能や駆動モータサイズとの兼ね合いから、当社ファンで使用実績のあるグリスおよび軸受を採用した。

また、開発品では、従来品よりも高風量化を図りつつ長寿命化を達成するため、軸受のみならず、他の構成部品についても高温下で長期使用されることを考慮した適切な材料を選定した。さらに、モータ駆動回路においては、各部品のディレーティングが適切になることを考慮し開発した。

3. 開発品における長寿命化対応

開発品においては各ファンサイズに応じて、以下のような技術的対応によって、高風量化と長寿命化を両立した。

3.1 軸受温度低減

開発品は軸受温度低減のために

- (1) モータ自身の発熱の抑制
 - (2) ファンの自己冷却作用による放熱の促進
- の2点を実施した。

(1) モータ自身の発熱の抑制

開発品は従来品に比べて最大風量を1.3～1.8倍、最大静圧を1.5～3.5倍と、風量-静圧特性を大幅にアップさせている。図2に80mm角ファンの従来品と開発品の風量-静圧特性比較例を示す。また、両者の仕様比較を表1に示す。

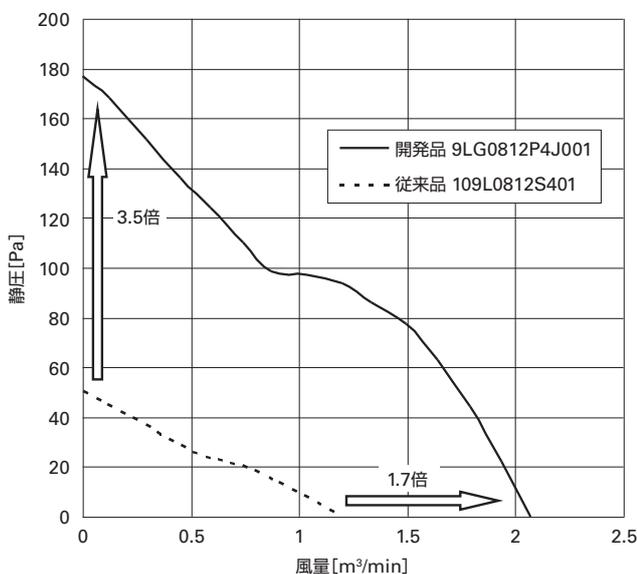


図2 従来品と開発品の風量-静圧特性比較例

表1 従来品と開発品の仕様比較 (DC12V時)

	型番	回転速度 [min ⁻¹]	最大風量 [m ³ /min]	最大静圧 [Pa]	消費電力 [W]	期待寿命 [h]
開発品	9LG0812P4J001	7,400	2.07	177	7.2	180,000
従来品	109L0812S401	3,400	1.2	50	3.12	100,000

単純に従来品の回転速度をアップさせて、開発品と同等の風量-静圧特性を得ようとすると、ファン駆動モータの消費電力は理論上、現状品の約2.2～5.8倍となり、モータ自身の発熱が大きくなりすぎて、従来品と同等の寿命すら達成できない。開発品の「高風量かつ長寿命」のコンセプトを実現するには、モータ自身の発熱の抑制のために、ファン駆動用モータの高効率化と、ファンの送風効率の向上の両方を実施することが必須であった。

開発品においてはモータ効率アップのため、(a) ステータ形状の最適化と (b) モータ駆動方式の変更を実施した (図3参照)。

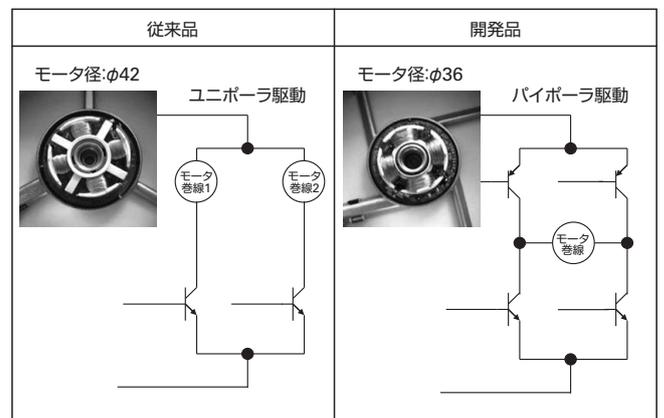


図3 従来品と開発品のモータサイズ・駆動方式比較例

(a) ステータ形状の最適化：

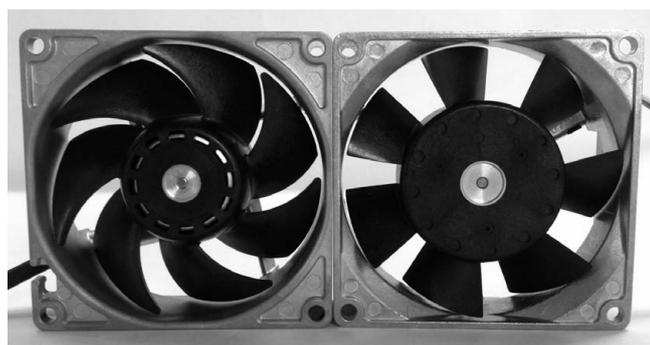
ステータ形状は従来品の形状を見直し、高トルク化と巻線の線占率アップに有利な形状とした。

(b) モータ駆動方式の変更：

モータ駆動方式については、従来品のユニポーラ駆動から、バイポーラ駆動に変更した。従来品では、部品点数が少なくシンプルなことからユニポーラ駆動を採用していたが、開発品ではモータ効率の面で優れるバイポーラ駆動を採用した。(図3参照)

これらにより、モータ効率がアップし、80mm角・92mm角ファンにおいては、従来ファンの駆動モータよりも小さなサイズのモータで駆動できるようになった。

小サイズのモータが採用可能となり、ファンの翼部寸法の設計自由度を高めることができたため、翼面積の増大化が可能になるなどの二次的効果が得られた。翼設計の自由度を活かしながら、翼・フレームの形状設計を最適化する(図4参照)ことにより、送風効率を向上させた。



開発品

従来品

図4 開発品と従来品の翼・フレーム形状比較例

(2) 自己冷却作用による放熱の促進

従来品と同様、フレーム材質にアルミダイカストを採用して、自己冷却による放熱効果で、軸受温度の低減を図っている。また、アルミダイカストフレームは、従来より長寿命ファンに採用しており、高回転化した開発品に対しても長期信頼性の確保に有効である。

以上により、開発品は従来品よりも高風量化・高回転化されたにもかかわらず、軸受温度上昇を最大で約半分まで低減することができた。

3.2 軸受荷重の低減

開発品は先述のとおり、翼・フレーム設計を最適化しつつ、高風量化するために従来品に比べて高回転化している。高回転化することにより、軸受にかかる荷重は増える傾向になるため、軸受荷重の低減のために以下を実施した。

(1) ロータアンバランス低減

ロータアンバランスは、高回転化による軸受荷重増に直結する。また、ファンによる振動につながり、騒音や装置の動作不具合を引き起こす要因となるおそれがあるため、可能な限り小さくしておくことが肝要である。

回転体である羽根・ロータ組立品の動バランスをとるには、2面修正で対応するのが理想的なため、開発品では2面修正ができる構造とした。

(2) 羽根・ロータ組立品の質量低減

ロータの質量を低減することは、回転速度にかかわらず、軸受荷重の低減につながる。

開発品では、先述のモータ効率アップにより、従来よりも小サイズのモータで対応できるようになったことが、ロータ質量低減に大きく寄与した。また、ロータ部品の機能的に不要な部分には穴をあけて、よりロータを軽量化した。さらに、従来品ではマグネット材に焼結フェライトを用いていたが、開発品ではより軽質な材質に変更した。

(3) 荷重バランスの改善

ファンは軸受を2個使用しているが、構造上、片側の軸受にかかる荷重が大きくなりやすい。開発品では、2個の軸受にかかる荷重配分を改善して、片側の軸受に過度の荷重がかからないよう構造を見直した。

以上の結果、高風量化された開発品でも軸受荷重を従来品より約5%低減することができた。

これにより、3.1項の軸受温度低減と合わせて、開発品の軸受の負荷を軽減することができ、期待寿命は従来品比1.8倍の、180,000時間(残存率90%、定格電圧連続運転、フリーエア状態、常湿)を達成した。

4. むすび

本稿では、当社にて開発・製品化した高風量長寿命ファン「San Ace 60L・80L・92L」9LGタイプを例に、ファンの信頼性を高める技術について紹介した。今後もより高信頼性につながる技術を探究し、お客様が安心・信頼して使用いただける製品を開発していく所存である。

文献

- (1) 渡辺袈裟次・ほか6名:「長寿命ファンの開発」
山洋電気テクニカルレポートNo.1, pp 5-8(1996)
- (2) 渡辺二郎・ほか2名:「低騒音『サンエース120L』」
山洋電気テクニカルレポートNo.6, pp 14-17(1998)
- (3) 中村俊之・ほか3名:「低騒音・軽量『San Ace 140L』」
山洋電気テクニカルレポートNo.15, pp 5-8(2003)
- (4) 小川範昭・ほか1名:「長寿命ファン『San Ace 40L』」
山洋電気テクニカルレポートNo.22, pp 17-19(2006)



渡辺 道德

1989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。