

ステッピングモータ用分離型取り付け面ダンパの開発

竹下 伊久男
Ikuo Takeshita

小池 晃
Akira Koike

大橋 正明
Masaaki Oohashi

1. まえがき

ステッピングモータはフィードバックループなしで速度と位置制御ができ、しかも高精度の位置決めができるモータとして、プリンター、複写機などのOA機器に幅広く使用されている。

これらOA機器は、オフィスの静音化志向に伴い低騒音・低振動化の要求が厳しく、そこに使用されるモータの低振動・低騒音の必要性がますます高まってきている。

そこで防振材料であるゴムを使用した当社独自の「分離型取り付け面ダンパ」(以下ダンパという)を開発した。

本ダンパは、ステッピングモータに取り付けて使用することにより、モータの振動および騒音を抑える効果がある。

本稿ではそのダンパに関して、防振の原理も含めその形状、特徴および性能について説明する。

2. 開発の背景

分離型のダンパは各メーカーから製品化されているが、ゴムの性能が必ずしも当社のモータ性能と適合していない場合が見られ、しかも購入費用が高く、採用する機会が限られていた。

防振用ダンパとしては、当社には従来からゴムを介してモータのフランジと顧客取付用板金が一体となった「ラバーフランジ」を製品化していたが、最近ではモータを再利用してダンパだけを交換したいという顧客からの要求があり、実状に合わなくなってきた。

このような背景の中で、当社モータに取り付けることにより防振性能が十分に満足でき、モータとの分離が簡単な独自のダンパを開発する必要性がでてきた。製品化にあたっては、低コスト実現のためにダンパの形状にも工夫を凝らした。

ダンパのサイズは最も多く生産しているモータサイズ42mm角と56mm角用の2種類を製品化した。

3. 防振の原理

ダンパの防振の原理について簡単に説明する。防振用のゴムをモータと装置の間に取り付けることにより、モータから発生する振動を装置へ伝えるのを抑制できる。また、逆に装置側からの振動がモータに伝わるのを防ぐこともできる。

モータからの加振力と、ゴムを介して装置に伝わった力の割合を振動伝達率と呼ぶ。

振動伝達率 τ は次式で表される。

$$\tau = P/P_0 = 1 / |1 - (f/f_n)^2| \quad \dots (1)$$

P: モータからの加振力 (N)

P₀: 装置に伝わった力 (N)

f: モータおよび装置の振動周波数 (Hz)

f_n: 防振した場合の固有振動数 (Hz)

f/f_nは振動数比と呼ぶ。防振効果が得られるのは振動伝達率 τ が1以下の場合であり、振動数比は $\sqrt{2}$ 以上が必要となる。しかし振動数比が大きすぎると支持物の自重がささえられなくなるため、通常は2~3程度に設定する。(1)式より振動数比と伝達率の関係は図1のようになる。

一方、モータのねじり方向に注目すると、固有振動数f_nは次式によって表される。

$$f_n = (1/2\pi) \times \sqrt{K/I} \quad \dots (2)$$

(2)式を書き換えると

$$K = (2\pi f_n)^2 I \quad \dots (3)$$

K: ねじりのばね定数 (N・m/rad)

I: 慣性モーメント (N・m・s²)

(3)式によって得られたばね定数に近い性能のダンパを選定することにより、目的の防振効果が得られる。

4. ダンパの外観および特徴

4.1 外観

ダンパの外観を [図2](#)に示す。左側は42mm角用であり、右側は56mm角用である。板金と板金の上にゴムが加硫接着によって固定されている。モータにダンパを取り付けた状態が [図3](#)である。ダンパはモータにねじで固定し、モータを顧客側の装置に取り付けて使用する。

4.2 外形寸法

ダンパの外形寸法を [図4](#)および[図5](#)に示す。図4は42mm角用であり、図5は56mm角用である。図に示す形状の他に顧客取付け側の板金に位置決め用の突起を付けたタイプもある。

4.3 性能

今回製品化したダンパの種類および性能を表1に示す。42mm角用および56mm角用のそれぞれに対して、ゴム硬度3種類を標準としてそろえた。

ゴムの材質はNBR(ニトリルゴム)を標準とした。NBRは耐熱性および耐油性にもすぐれており、しかも幅広くゴム硬度が選択できるため、広範囲の固有振動数に対応ができる。なお、耐候性が必要な場合にはCR(クロロプレンゴム)、高い減衰特性が必要な場合にはIIR(ブチルゴム)などのゴム材質が適している。

表1. ダンパの種類および性能

サイズ	ゴム材質	ゴム硬度 (度)	ねじりばね定数 (N・m/rad)
42mm角用	NBR	45	43
		55	55
		63	67
56mm角用		43	154
		55	217
		63	363

4.4 特徴

ダンパの特徴を以下に示す。

- (1) 広範囲での振動・騒音に対応

ゴムの材質をNBRにすることにより、幅広くゴムの硬度が選択でき、様々な条件下で発生する広範囲での振動・騒音をダンパによって改善できる。

(2) 金型構造の工夫による低コスト化

ゴムの成形型は、ダンパのゴムと板金の外径部を同じ寸法にして、上型と下型だけの簡単な金型構造にできるようにした。これによって、金型費用が安くなるとともに、成形作業が容易となり、低コスト化を実現できる。

(3) モータへ高精度かつスムーズに取り付け可能

モータ側の板金の内径側に位置決め用の突起を設けることにより、モータのフランジに高精度での取り付けができる。しかも、フランジとは点接触での勤合となり、スムーズに取り付けを行うことができる。

(4) 板金形状の工夫による生産性の向上

本ダンパ用の板金の生産過程における洗浄工程で、板金同士が重なるのを防ぐために、顧客取付け側およびモータ側の両方の板金表面に突起を設け、洗浄作業を容易かつ高い信頼性で実施できるよう配慮した。

(5) ラバーフランジからの置き換えが可能

モータの防振性能を維持して、モータ全長を変更することなく、従来のラバーフランジからの置き換えができる。

(6) モータのリユース化が可能な分離タイプ

モータにダンパをねじで後付けするタイプのため、ダンパ単品での交換ができ、モータのリユース化に対応できる。

5. 防振特性

本ダンパをステップモータに取り付けた場合の防振特性について述べる。具体的には騒音特性と振動特性(速度変動特性)についてモータ単体とダンパを付けた状態で比較を行った。

5.1 騒音特性

騒音の比較を[図6](#)に示す。ダンパを付けた場合は、モータ単体と比較して、10～15dB程度騒音が小さくなっており、ダンパによる防音効果がでている。

5.2 振動特性

振動(速度変動)の比較を[図7](#)に示す。モータ単体の場合は周波数が大きくなると、ある周波数を境として急激に速度変動が大きくなり、モータが脱調して回転しなくなる。

これに対してダンパを付けた場合は、周波数が高くなってもダンパの防振効果によってモータの振

動が抑えられ、脱調することなく高速まで回転させることができる。

6. むすび

新規に開発した分離型取付け面ダンパに関して紹介をした。装置の低振動化および低騒音化の要求がますます高まってきており、防振用ダンパの存在が不可欠となってきた。また、今後は環境の面から、フランジと一体化した従来の「ラバーフランジ」に代わって、モータのリユース化を考慮した分離型のダンパが主流となっていくものと思われる。

ステッピングモータはモータの大小を問わず多くの装置に使われており、その使用条件および使用環境は様々である。その中で、モータの防振が必要となった時にできるかぎりモータに適合したダンパの選択が行えることが望ましい。

したがって、今回紹介した42mm角および56mm角以外のモータサイズについても取り付けられるよう、防振性能が優れたダンパを製品化していく必要があると考える。

竹下 伊久男
1985年入社
サーボシステム事業部設計第3部
ステッピングモータの設計開発に従事。

小池 晃
1983年入社
サーボシステム事業部設計第3部
ステッピングモータの設計開発に従事。

大橋 正明
1982年入社
サーボシステム事業部設計第3部
ステッピングモータの設計開発に従事。

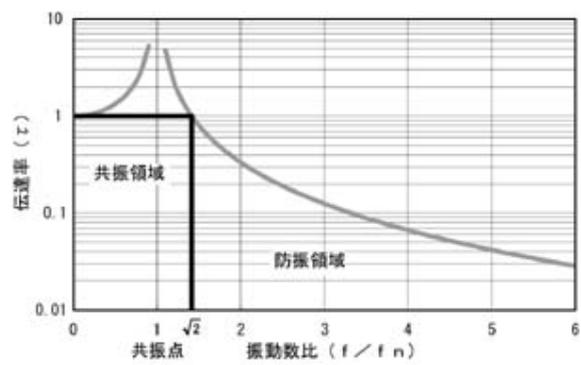


図1 振動数比と伝達率の関係



図2 ダンパ外観

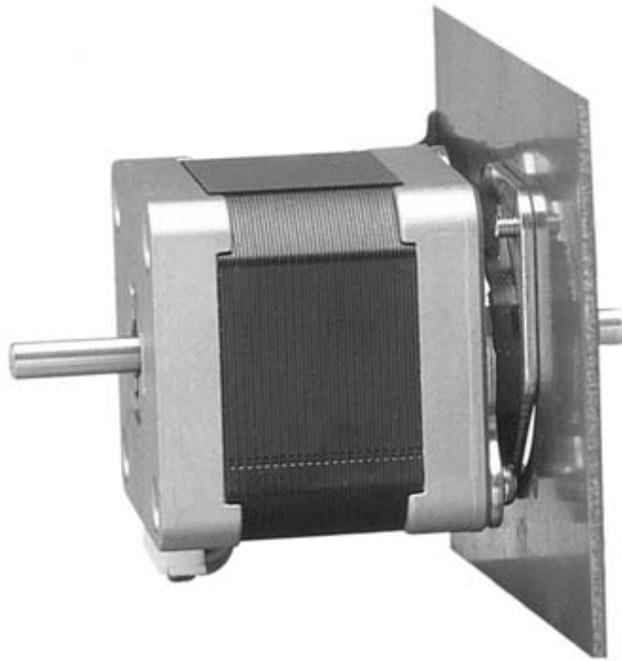


図3 ダンパ取り付け

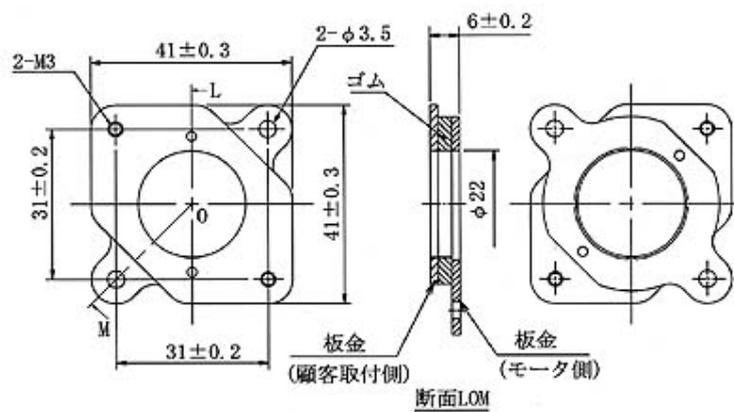


図4 ダンパの外形寸法(42mm角用)

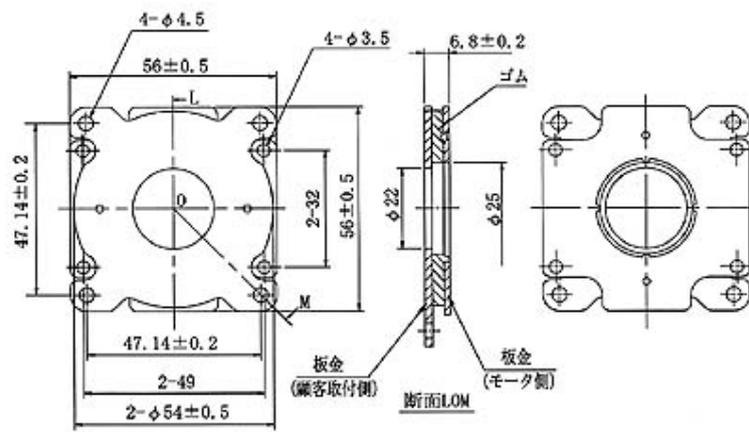


図5 ダンパの外形寸法(56mm角用)

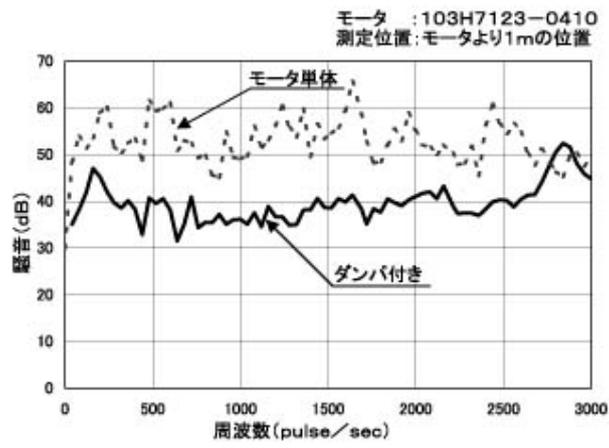


図6 騒音特性

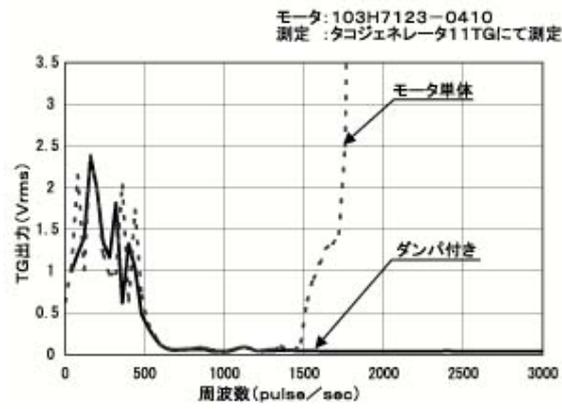


図7 振動特性