

密度勾配付与により耐摩耗性に優れる バルブ開閉モータ用焼結含油軸受

1. 開発の背景

近年、自動車には低燃費化・低排ガス化の要求が高まっている。それに伴い、冷却水・ガスの流量を精密に制御するためのバルブ開閉モータ（水冷開閉用・VGターボ用・EGR用）の搭載が増加している。

これらのバルブモータは広温度範囲・高振動下で使用され、その要求特性も年々厳しくなっている。振動を加え、 -40°C から 160°C の範囲を推移させる過酷なヒートサイクル試験を行ったところ、従来軸受では、内径に摩耗によるノイズが発生してしまった。この課題を解決するため本開発を行った。

2. 焼結含油軸受への要求特性（軸受に関連する課題）

- ①振動下での耐摩耗性を満足すること
- ② -40°C において低温ノイズが生じないこと
- ③広使用温度範囲（ $-40^{\circ}\text{C}\sim 160^{\circ}\text{C}$ ）で使用可能であること

3. 開発内容

3-1. 製造工程

原料混合→圧粉成形→焼結→再圧縮→洗浄→含油→製品

3-2. 軸受形状

圧粉成形時に端面にA部及びB部で構成される段を形成し、この段を再圧縮時に加圧矯正することで、軸受外径領域に比べ内径領域の密度が高い、密度勾配を有した軸受を作製した。（図1.2参照）

この密度勾配を最適化するために、段部幅であるA部及び段部高さであるB部の寸法を複数の組み合わせで作製・評価することで、密度勾配を大きくとれる最適な圧粉体形状を決定した。例えばB部は大きすぎると再圧縮後に端面に段差が生じ、小さすぎると密度勾配が得られない等、寸法決定に至るまでには複数回の試作検討を要した。

内径側全長方向の加工量増加に伴い、内径加工量が通常製品に比べ2倍以上となったため、密度上昇及び加工硬化による表面硬度向上の効果が生まれ、耐摩耗性が改善された。

また、外径側はオイルタンクの役目となり、密度勾配で生じた毛細管力の差により内径側へ油を供給する機能を有する。これにより軸受内径面における油膜形成が促進され、摺動特性が向上した。

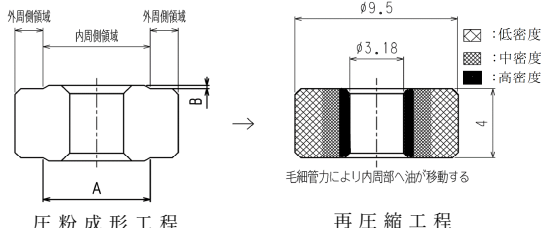


図1. 軸受形状図（圧粉体）

図2. 軸受形状図（加工体）

3-3. 密度勾配

密度測定の結果を表1に示す。内径側と外径側に約7%の密度差を確認した。

	内 径 側	外 径 側	全 体
密度 $[\text{g}/\text{cm}^3]$	6.9	6.3	6.6
相対密度 [%]	86.9	80.1	83.5

表1 内径側・外径側の相対密度差

3-4. 軸受材質

銅被覆鉄粉を主材とし、固体潤滑剤であるグラファイトを多めに添加した材料構成となっている。耐摩耗性・耐振動特性・潤滑特性のバランスの取れた、車載用で実績が有る材質（Cu-Fe-Sn-C-P）を選定した。

Cu	Fe	Sn	C	P
残	35～45	2～7	1～3	0.6以下

表2. 軸受材質

3-5. 含浸油

使用環境は $-40^{\circ}\text{C}\sim 160^{\circ}\text{C}$ である。低温での粘度上昇を抑え、高温環境下で蒸発量の少ないフッ素系の油を選定した。

4. 開発の成果

振動を加えながら -40°C から 160°C の範囲を推移させる過酷なヒートサイクル試験を行い、内径摩耗量及びノイズの有無を確認した。開発品は耐久試験後においても内径摩耗が進行せず、ノイズも確認されなかった。

結果、広温度範囲かつ耐振動下で使用されるTGV・VGターボ・EGR等のバルブ開閉モータに採用された。

	内径摩耗量 $[\mu\text{m}]$	
	出力側	反出力側
従来品	420	4
開発品	1	< 1

表3. 軸受内径摩耗量の比較

	モータノイズ [台]
従来品	3/6
開発品	0/6

表4. モータノイズ発生台数

5. 終わりに

EV車の普及により、電費向上のために駆動・電装・バッテリーの熱を制御するサーマルマネジメントシステムの需要が増加する。そのシステムに搭載されるバルブモータに、本製品の採用が見込まれている。また車載だけでなく、耐摩耗性の要求される用途にも本製品が展開できる。