

# モータ用軸受グリースの開発

## Development of Motor Bearing Greases

黒松幹雄 M. KUROMATSU 村上正之 M. MURAKAMI

JTEKT has developed many bearings to meet the diversified performance demands of various motors. The influence of grease performance is extremely high in the performance of bearings for motors, and therefore JTEKT has also developed numerous greases corresponding to the various performance demands. The representative greases are KVC grease, KAM5 grease, and ES804 grease. The performance demand of long life under high-temperature operation is met by all these greases. Regarding other characteristics, KVC grease has superior anti fretting wear properties, KAM5 grease is superior in the area of low noise, and ES804 grease is superior in the areas of low torque and anti fretting wear properties. This report explains the details of the developed greases.

**Key Words:** bearing, motor, grease, life, noise, torque

### 1. はじめに

近年、自動車、家電、OA 機器、産業機械などへのモータの需要は拡大してきている。また同時に、静音性、耐久性向上および高効率といった性能向上に対する要求が厳しくなり、これに伴い転がり軸受にも高性能化が求められている。

モータ用軸受に要求される騒音、振動、寿命、トルク

などの性能は、グリース性能の影響度がきわめて大きく、これらの性能を満足するグリースの開発が進められてきた。グリースは、基油、増ちょう剤、および添加剤で構成されており、その要求性能に対応した最適な成分の選定が重要となる。

本報では、多種多様な使用箇所におけるさまざまな要求性能に対応するために、当社が開発したグリースについて紹介する。

表1 モータ性能と軸受への要求性能  
Motor performance and bearing performance requirements

	モータ種類	ファン モータ	サーボ モータ	クリーナ モータ	エアコン モータ	車載ステッピング モータ	EPS モータ*2
モータ性能*1	高温耐久性	○	○	○	○	○	○
	高速性	○	○	○	-	-	-
	静音性	○	-	-	○	○	○
	高効率	○	-	-	-	-	-
	振動耐久性	-	○	-	-	○	○
	低温起動性	-	-	-	-	○	-
一般 使用条件	回転速度, min <sup>-1</sup>	2 000 ~ 8 000	2 000 ~ 10 000	30 000 ~ 50 000	300 ~ 3 000	1 000 ~ 2 000	20 ~ 2 000
	温度, °C	60 ~ 70	60 ~ 120	80 ~ 120	80 ~ 120	- 40 ~ 200	- 30 ~ 130
軸受への 要求性能*1	低騒音性	○	-	-	○	○	○
	高温耐久性	○	○	○	○	○	○
	高速耐久性	○	○	○	-	-	-
	低トルク性	○	-	-	-	○	-
	耐フレッチング性	-	○	-	-	○	○

\* 1 ○ : 必要, - : 不要

\* 2 電動パワーステアリング用モータ

## 2. 軸受への要求性能

軸受に要求される性能としては、低騒音性、高温・高速耐久性、低トルク性、および耐フレッチング性などが挙げられる。モータ性能は、軸受に封入されているグリースの影響が大きく、グリース性能によりモータ性能が大きく左右される。表1にモータ種類とモータの高性能化の動向に対応するために必要な軸受への要求性能を、図1から図3に代表的なモータを示す<sup>1)</sup>。



図1 ファンモータと軸受の外観  
Appearances of fan motor and bearing



図2 エアコンモータと軸受の外観  
Appearances of air conditioner motor and bearing



図3 車載ステッピングモータと軸受の外観  
Appearances of automotive stepping motor and bearing

### 2.1 低騒音性

グリースに起因する軸受の騒音・振動としては、グリースノイズ（異物音）や保持器音がある。

グリースノイズはグリース製造工程で混入する塵埃、増ちょう剤の凝集物、固形の添加剤粒子などが要因で発生し、それを防ぐためクリーンな環境下での製造、増ちょう剤粒子と添加剤粒子の微細化・均質化が必要である。

保持器音は、案内面のすべり摩擦による自励振動が要因と考えられ、低温時に発生しやすい。低温時にはグリースのちょう度低下（硬化）や基油粘度の増加が起こり、流動性、離油性が低下するため、案内面が潤滑不足となり保持器音が発生しやすくなる。低粘度の合成油系基油を用いたグリースは流動性が良いため保持器音の発生が抑制できる。

### 2.2 高温・高速耐久性

モータの寿命は騒音の増大やトルク増大という機能寿命によって判定されることが一般的である。このため軸受に使用されるグリースの影響度が大きく、グリースの劣化がモータの機能寿命と判断されることが多い。

グリースの劣化要因は、化学的要因、物理的要因、および異物の混入などに分けられるが、さらにそれらの要因を分析すると多種多様な因子が考えられる。その中でも、グリースの発熱による酸化劣化および高速回転や振動による増ちょう剤のせん断が因子として挙げられる。前者の酸化劣化防止には、適切なグリースの基油と増ちょう剤の選定が重要である。後者の軸受の高速回転ならびに振動によるせん断防止には、増ちょう剤のミセル構造が破壊されにくく容易にミセル構造を復元しやすい適切なグリースの増ちょう剤の選定が重要である。

### 2.3 低トルク性

軸受トルクの要因は荷重と速度に依存する。モータ用軸受は速度の依存度が大きく、グリース基油粘度の影響度が大きい。トルク低減には、低い基油粘度のグリースが有効であり、グリースによるかはん抵抗を低く抑えることができる。また、軸受トルクは、グリースの基油粘度以外にも封入量や封入方法の影響も大きく、これらの工夫も必要である。

## 2.4 耐フレッチング性

軸受軌道面のフレッチングとは、軸受の停止時にラジアル荷重、アキシアル荷重およびモーメントなどの繰返し振動を受け、転動体と軌道面との接触面において微小な往復すべりが生じて、接触面からグリースが排除されて発生する微小摩耗のことである。軌道面にフレッチングが生じると振動やトルクが増大し、モータとしての機能を損なうことになるので軸受の接触面にグリースや分離した基油の入りやすさが要求される。このためグリースは、基油粘度が低く、増ちょう剤量が少なく、ちょう度が高い（柔らかい）ものが好ましい。

## 3. JTEKT開発グリース

軸受の要求性能を満足するグリースとして当社が開発した各グリースの性能および使用例について紹介する。

### 3.1 KVC グリースの性能

高温・高速耐久性、低トルク性、および耐フレッチング性に優れた KVC グリース（以下 KVC と記す）を開発し、高温モータ用およびクリーナモータ用軸受に採用されている。表2に KVC と従来グリースの性状比較および特徴を示す。掃除機内に設置されるクリーナモータは 100℃ 前後、30 000min<sup>-1</sup> 以上の高温・高速回転で使用されており、近年さらなる耐久性向上が要求されている。このような厳しい条件下では、従来グリースでは要求性能を満足しなかったが、開発した KVC では高温・高速回転時での軸受の耐久性を向上させ、要求性能を満足させた。図4に高温耐久性、図5に高速耐久性、図6に低トルク性を示す。150℃ 時の寿命や高速回転時の寿命は従来グリースに比べ5倍に向上し、低温時のトルクは汎用モータ用リチウム石けんグリースとほぼ同等の低トルク性能を示している。また、従来グリースに比べ、基油粘度を低く、ちょう度を高くし、耐フレッチング性の向上を図っている。

表2 KVC グリースの性状比較および特徴  
KVC grease property comparison and features

グリース名称	KVC グリース	従来グリース
増ちょう剤	ジウレア	ジウレア
基油	ポリ $\alpha$ オレフィン エステル油	ポリ $\alpha$ オレフィン 鉱油
基油動粘度 @40℃, mm <sup>2</sup> /s	47	56
混和ちょう度	250	242
滴点, °C	260 以上	250 以上
蒸発量, mass% 99℃ × 22h	0.17	0.13
離油度, mass% 100℃ × 24h	0.2	0.5
使用温度範囲, °C	- 40 ~ 150	- 40 ~ 150
用途	高温モータ, クリーナモータ	
要求性能	高温・高速耐久性, 低トルク性, 耐フレッチング性	

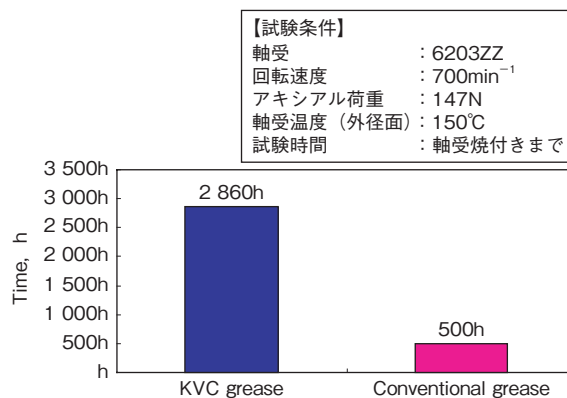


図4 KVCグリース耐久試験結果  
Result of endurance test of KVC grease

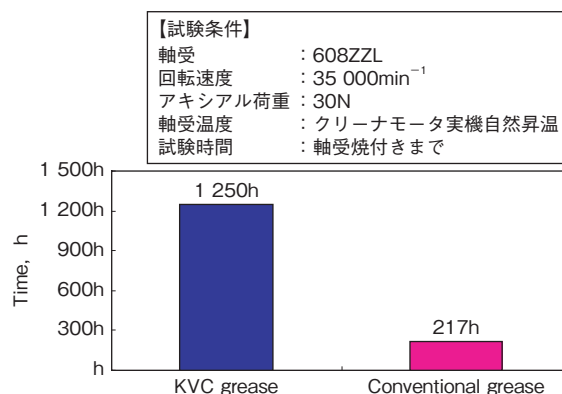


図5 KVCグリース高速試験結果  
Result of KVC grease high-speed test

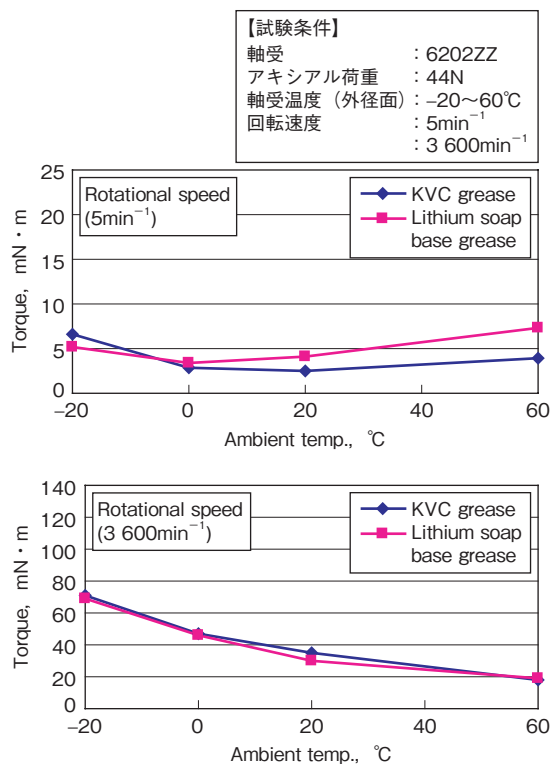


図6 トルク測定結果  
Result of bearing torque test

### 3.2 KAM5 グリースの性能

低騒音性、および高温耐久性に優れた KAM5 グリース (以下 KAM5 と記す) を開発し、汎用モータ、エアコン用軸受に採用されている。表3に KAM5 と従来グリースの性状比較および特徴を示す。エアコンに設置されるモータは、室内機用と室外機用に大別される。リビ

ングなどで使用される室内機用のモータ用軸受は 100℃ 前後の高温で使用され、また生活空間に設置されるため低騒音の要求がさらに高まっている。

従来グリースでは、高温下での油膜強度不足により早期に軸受の騒音が増大していたが、KAM5 によりその問題を解決することができた。図7に KAM5 の騒音値経時変化を示す。KAM5 では従来グリースと比較して 100℃ での騒音値の上昇が少ないことが分かる。

表3 KAM5 グリースの性状比較および特徴  
KAM5 grease property comparison and feature

グリース名称	KAM5 グリース	従来グリース
増ちょう剤	リチウム石けん	リチウム石けん
基油	エステル油 エーテル油	エステル油
基油動粘度 @40℃, mm <sup>2</sup> /s	53	26
混和ちよう度	265	250
滴点, °C	186	190
蒸発量, mass% 99℃ × 22h	0.2	0.3
離油度, mass% 100℃ × 24h	1.3	1.2
使用温度範囲, °C	- 30 ~ 140	- 40 ~ 130
用途	汎用モータ, エアコンモータ	
要求性能	低騒音性, 高温耐久性	

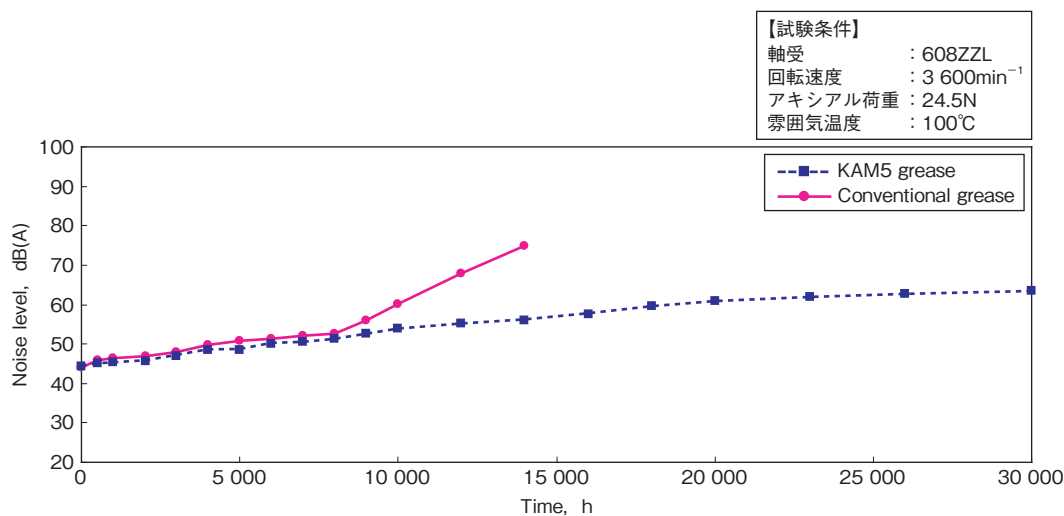


図7 騒音値経時変化  
Noise level change over time

### 3.3 ES804 グリースの性能

低騒音性、高温耐久性、低トルク性、および耐フレッチング性に優れた ES804 グリース (以下 ES804 と記す) を開発し、車載ステッピングモータ用に採用されている。表 4 に ES804 と従来グリースの性状比較および特徴を示す。自動車エンジンルーム内に設置される電子制御スロットルモータ、EGR と呼ばれるステッピングモータは、弁の開閉を精密に制御する機能を持っているが、この機能を損なえば、作動不良を起こし非常に危険な状態に陥り事故を誘発する可能性がある。そのため軸受には、高温耐久性、低トルク性、および耐フレッチング性が要求され、これらの要求性能を満足するグリースが必要となる。

表 4 ES804 グリースの性状比較および特徴  
ES804 grease property comparison and features

グリース名称	ES804 グリース	従来グリース
増ちょう剤	PTFE	PTFE
基油	パーフルオロ ポリエーテル	パーフルオロ ポリエーテル
基油動粘度 @40℃, mm <sup>2</sup> /s	68	90
混和ちょう度	333	280
蒸発量, mass% 200℃ × 24h	1.3	1.0
離油度, mass% 200℃ × 24h	12.2	5.4
使用温度範囲, °C	- 40 ~ 200	- 40 ~ 200
用途	車載ステッピングモータ	
要求性能	高温耐久性, 低トルク性, 耐フレッチング性	

ES804 は高温耐久性に優れたパーフルオロポリエーテルを基油に選定し、それらの性能を満足させた。図 8 に ES804 の低トルク性、図 9 に耐フレッチング性、図 10 に音響特性を示す。従来グリースに比べ、- 40℃ 時の低温トルクは約 1/3、耐フレッチング性は約 1/2 と飛躍的にそれぞれの性能が向上している。さらに液状防錆添加剤を使用しているため、固体防錆添加剤を使用した従来グリースに比べ、音響特性は約 1/2 向上している。

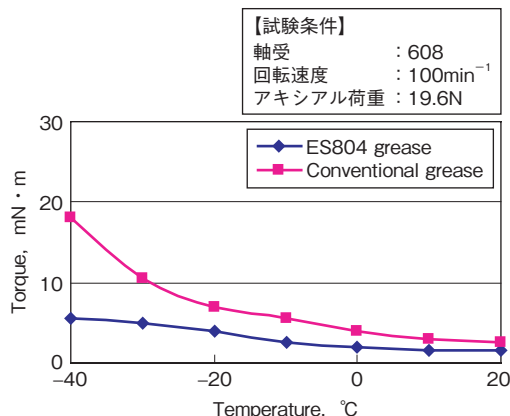


図 8 トルク測定結果

Result of bearing torque test

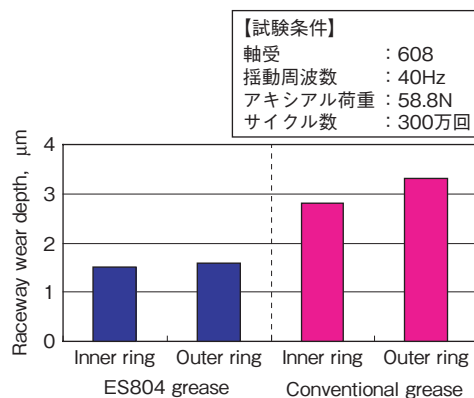


図 9 フレッチング量測定結果

Result of raceway fretting wear test

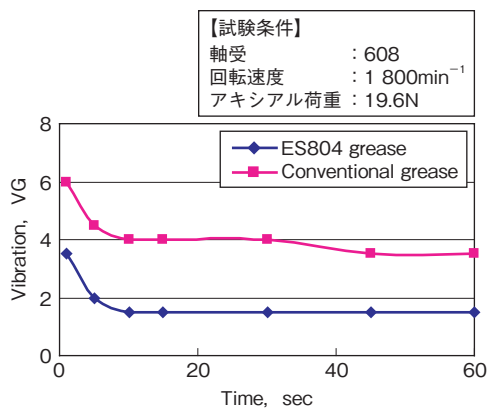


図 10 音響振動値測定結果

Result of bearing vibration test

## 4. おわりに

自動車をはじめとしてあらゆる産業分野で、今後さらにモータの普及が高まることが予想される。また使用条件の過酷化、要求性能の多様化・高性能化が進み、軸受に封入されるグリースにはさらなる進化が求められる。

今後も基盤技術をさらに充実させ、将来の技術動向予測に対応したグリースの開発を目指したい。

## 参考文献

- 1) 日本トライボロジー学会グリース研究会：潤滑グリースの基礎と応用(2007)。

## 筆 者



黒松幹雄\*



村上正之\*\*

M. KUROMATSU M. MURAKAMI

\* 軸受・駆動事業本部  
自動車コンポーネント技術部

\*\* 軸受・駆動事業本部 産業機器技術部