

主電動機軸受の新しい中間給脂方法

材料技術研究部 潤滑材料研究室

主任研究員 日比野 澄子

1. はじめに

鉄道車両において、グリースなどの潤滑剤は寿命が台車部品の使用期間に対し短いため、定期的に洗浄・交換が行われている。中でも、主電動機軸受のグリース交換で回転子を引き抜く作業が発生することから、その省力化の要求が強い。グリースの潤滑寿命を延伸する一方策として、一部の主電動機では中間給脂が行われている。しかし、具体的な給脂量と給脂効果の関係が明確ではないことから、現状では、緊急時に備えグリースニップルを装備してはいるものの、実際には中間給脂を行っていない例が多い。本報告では、従来の給脂方法における問題点を整理し、中間給脂時に劣化したグリースを移動する入替給脂機構を紹介する。また、中間給脂を効果的に行うためには、給脂する時期も重要な要素であることから、最も効果の高い給脂のタイミングについても検討し、その結果を報告する。

2. 従来の中間給脂の考え方と問題点

中間給脂とは、グリースニップルと呼ばれる給脂口をあらかじめ機械の外側に設けておき、適切な時期に潤滑部分に直接新しいグリースを追加する方法であり、グリースの潤滑寿命を延伸させる効果が期待できる。

仮に周囲のスペースに余裕がある軸受に給脂する場合であれば、軸受の回転により、余分なグリースが周囲に押し出されるため、グリースを過封入する心配はない。それに対して、主電動機の軸受の場合には内部のスペースが限られており、決められた量を正確に給脂する必要があるが、従来の手法では給脂量にばらつきが生じる可能性がある。また、給脂する予定量に対し、それが収まるスペースを軸受近傍にあらかじめ空けておく必要があることから、グリース量の不足から中間給脂前の潤滑状態がかえって悪くなる可能性がある¹⁾。

上記を踏まえ、主電動機軸受で中間給脂をより効果的に行うには、給脂分のスペースとして初期封入量を減らす必要がなく、内部の給脂状態を確認できなくても一定量が給脂できる方法を開発する必要があった。

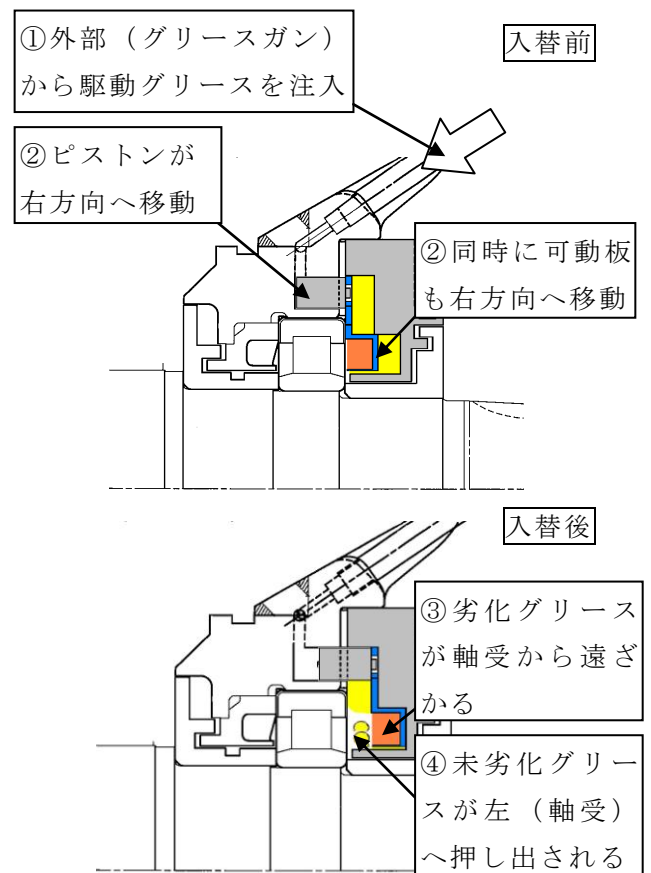


図1 入替給脂機構のしくみ¹⁾

3 新しい給脂機構の概要

3.1 入替給脂機構のしくみ

新しい給脂機構では、使用開始時に端ふたグリースポケット（以下、GP）内全体にグリースを封入（フルパック）し、中間給脂時に、軸受近傍で劣化したグリースを軸受から遠ざけ、代わりに未劣化グリースを軸受近傍に供給する方法（以下、入替給脂機構）とした。開発した機構を図1に示す。

GP内でグリースを入れ替える構造を実現するため、新たな部品として、環状GPを深さ方向に2分割する板（以下、可動板、図1の青色の部分）をGP内に設置した。分解検査時から可動板の背面（GPの深い半分）にあらかじめグリースを封入しておき、中間給脂時には、可動板を軸受から遠ざける方向（図1の右方向）に動かすことにより、背面のグリースに圧力をかけ、軸受側へ押し出す構造とした。これにより常に一定量のグリースを給脂することができ、安定した給脂効果を得ることが可能となる。図2に提案した部品の

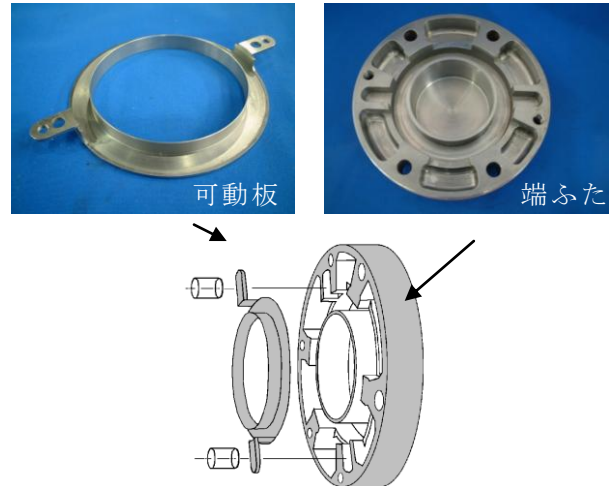


図2 提案の可動板と端ふた¹⁾

外観写真、図3に、端ふたGPのうち、軸受に接した表面が劣化した状態（左）と入替給脂後の状態（右）を示す。給脂出口を軸受の内輪に沿った円周状としたことにより、軸受の端面に対して同時にグリースを押し出すことができ、従来給脂時に行われていた主電動機の低速回転をすることなく、軸受内輪近傍に均等に給脂を行うことができる。

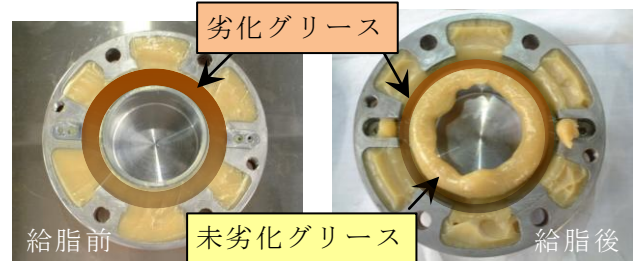


図3 端ふたの給脂前後の状態¹⁾

3.2 入替給脂によるグリースの動き

入替給脂機構では、軸受の外部（端ふたGP内）でグリースを入れ替えているため、入替量の設定が少ない場合は、軸受内のグリースを押し出す力が弱く、軸受の潤滑状態を改善できない可能性がある。そこで、軸受内部のグリースがどの程度入れ替わるか、トレーサを用いた方法²⁾で従来の中間給脂と比較したところ、どちらの条件でも給脂グリースが軸受内を通り、反対側へ移動しており、また、両者を比較すると、提案する入替給脂機構を使用した場合には、従来の条件を再現した場合よりも、グリースの移動が大きくなっていることが確認された（図4）³⁾。

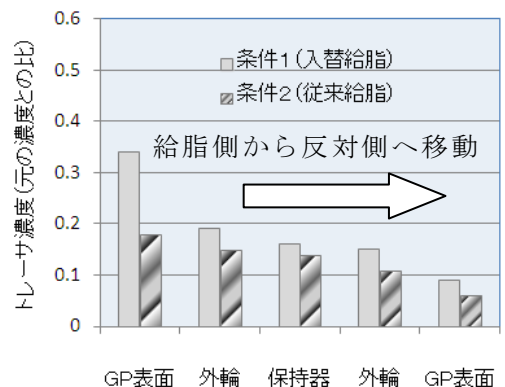


図4 トレーサによる給脂グリースの移動確認（反ギヤ側ころ軸受の例）

4. 給脂時期の検討

4.1 グリースの劣化度合いと寿命延伸効果

中間給脂により潤滑状態が改善しグリースの寿命が延びることは予想されるが、より効果の高い給脂方法についての知見は少ない。そこで、営業線での使用により劣化したグリースと新グリースを混合し、その劣化度によって、グリースの寿命がどのように伸びるか、小型軸受による試験を行った¹⁾。その結果（図5）、グリースの劣化がある程度進行すると、新グリースを混合しても寿命延伸効果はほとんど見られなかった。このことから、中間給脂を行なう場合には、そのタイミングにより、期待できる効果が異なるため、グリースがあまり劣化しない段階で実施すべきであることがわかる。

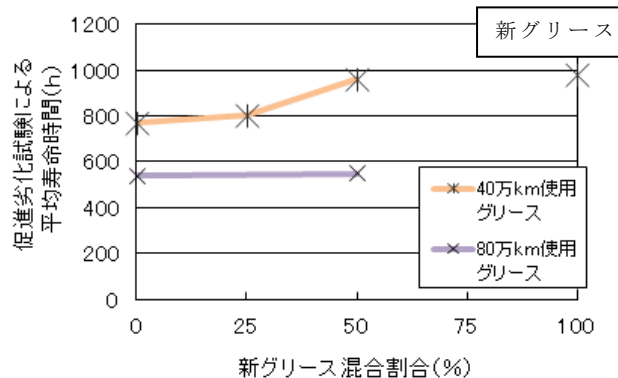


図5 新グリース混合の寿命延伸効果¹⁾

4.2 給脂時期と寿命延伸効果

次に、効果の高い給脂時期を確認するため、実際の給脂を模擬するよう、小型の軸受を用いて使用期間の途中で新グリースを追加する試験を行った。結果を図6に示す。初期に2gの全量を封入した場合の寿命（図中、基準の寿命）に対して、初期には1.6gを封入し、0.4gのグリース追加の時期を12.5%、25%、50%、75%として寿命延伸効果を比較した。その結果、寿命の25%時点で給脂した場合に、基準の寿命からの延伸効果が最も高い。一方、12.5%時点で給脂した場合には、延伸効果はほとんど見られなかった。また、75%時点で給脂を計画した場合には、給脂を行う前に寿命を迎えた。これは、初期封入量である1.6gの寿命が、給脂予定時期よりも短かった結果と考えられる。

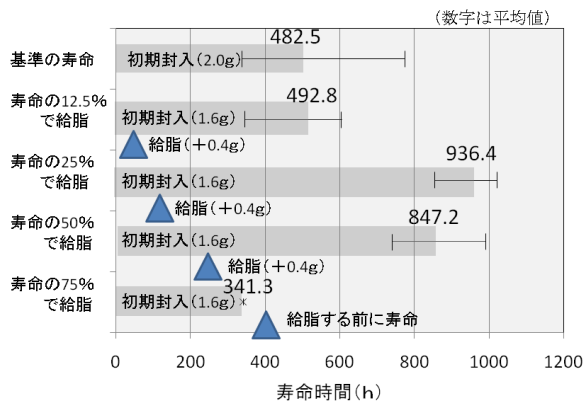


図6 給脂時期の違いによる寿命時間の延伸¹⁾

この結果から、車両の検査周期を考慮すると、例えば、180万km非解体を目標にする場合には、最初の重要部検査（4年または60万km以内）の時期に給脂を行えば効果が高いと考えられる。

5. 実物大軸受の潤滑寿命確認試験

5.1 寿命の確認

主電動機の軸受部を再現した実物大モデルについて、台上で180万kmまでの寿命確認試験を行った。端ふたに入替給脂機構を適用し、内ふたGPは一般的な形状（環状GP）を使用した。グリース封入量は、GPはフルパックとし、軸

表1 実物大軸受の潤滑寿命確認試験条件

項目	試験条件	
	ギヤ側	反ギヤ側
回転条件	在来線車両（計算車輪径820mm, ギヤ比6.53を使用）の走行条件を模擬	
回転速度	6044 min ⁻¹ (143 km/h相当)	
負荷荷重	ラジアル：800 N/各軸受 アキシアル：負荷なし	
サイクル運転条件	正回転による運転+休止のサイクル運転	
試験軸受	NU214	6311
試験温度	98℃（最高）	88℃（最高）

受内スペースの容積の30%に統一した。グリースは現車で使用している銘柄とした。試験条件を表1に示す。入替給脂は、4.2項の検討により、日車キロの長い車両の場合の重要部検査を想定して、60万km時点で行った。試験の結果、180万kmまでに寿命を迎える兆候は現れなかった。

5.2 軸受グリースの酸化劣化の経時変化

グリースの経時劣化状態を確認するために、30万km走行相当回転数ごとにくろ軸受から採取したグリースの酸化劣化の推移を図7に示す。

図7において、給脂直後の試料は採取していないが、その後の劣化の推移から、給脂直後では、点線丸で示す位置まで酸価が下がっていたと推測でき、この低下分、すなわち劣化の抑制が、最終的な潤滑寿命の延伸効果を生むと考えられる。また、試験開始から入替給脂（60万km）までの推移に対し、給脂後には劣化速度が遅くなった。これは、給脂前ま

では環状GPの半分しか使用していないため劣化が早く進むのに対し、給脂後は、環状GPの容量が増え、かつ外側GPとの接面積が増えたため劣化が遅くなったことによると考えられる。この試験で使用したモデルは主電動機外形を変更しない範囲で給脂機構を導入しているが、提案構造では、継手部との干渉がない範囲で外形を拡大して、給脂量、接面積ともに大きくなっていることから、提案構造を使用した場合には、使用開始から給脂前までの劣化速度が抑えられ、図7の給脂後の劣化速度よりも遅くなることが期待できる。

6. 結論

中間給脂時に、劣化グリースを軸受から遠ざけて、未劣化グリースを軸受近傍に供給する入替給脂方法について紹介した。この方法では、従来のように初期封入量を減らす必要がなく、確実に一定量の給脂を行うことができる。また、最も効果の高い給脂時期として、潤滑寿命の25%の時期を提案した。新しい機構と適切な給脂時期を組み合わせた結果、台上試験により、非分解で在来線での180万km走行に相当する潤滑寿命を確認した。

* 入替給脂機構の開発は、（株）東芝との共同研究開発契約により実施した。

文献

- 1) 日比野澄子, 中村和夫, 細谷哲也: 主電動機軸受のグリース入替給脂機構, 鉄道総研報告, Vol.25, No.10, pp.17-22, 2011
- 2) 日比野澄子, 細谷哲也, 曾根康友, 中村和夫, 鈴木政治: 誘導電動機のころがり軸受におけるグリースの潤滑挙動, 鉄道総研報告, Vol.15, No.7, pp.29-34, 2001
- 3) 日比野澄子, 永山孝, 松岡孝一, 喜多村稔: 主電動機軸受の寿命延伸を目指す中間給脂機構, R & m, Vol.19, No.5, pp.8-11, 2011

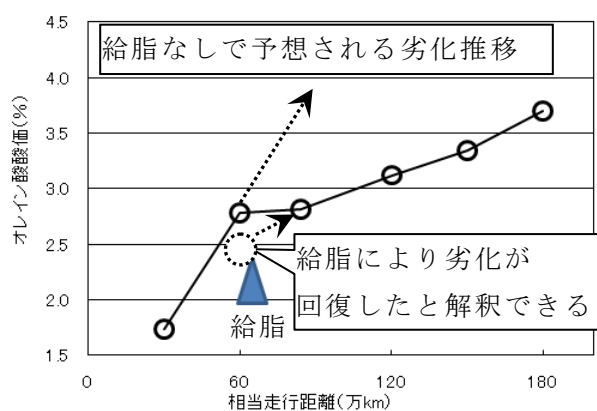


図7 ころ軸受グリースの酸化劣化の推移¹⁾

* 60万kmの試料を採取した後、入替給脂を行った。実線：測定データ（点線は推定。）