

ウレタン樹脂系ポリマー潤滑剤封入軸受の開発

Development of Bearings Packed with Urethane Resin Type Polymeric Lubricant

田幡正裕 M. TABATA

Under severe operating conditions, bearings are usually damaged by grease deterioration, leakage and insufficient lubrication caused by insertion of water or foreign matters.

Now, Koyo SOLPACK bearings which are packed with polymeric lubricant have been widely applied in these conditions for saving maintenance cost and obtaining longer service life.

This paper presents features and characteristics of bearings which are packed with newly developed urethane resin type polymeric lubricant for higher temperature applications.

Key Words: polymeric lubricant, urethane resin, SOLPACK bearing, maintenance-free

1. はじめに

近年、各種産業機械、設備の使用条件の過酷化、高機能化、信頼性向上に伴い、転がり軸受に対しても長寿命化・メンテナンスフリー化の要求が強まっている。

これらに対して長寿命グリースの開発、密封構造の改善、長寿命軸受鋼の採用とさまざまな分野からの取り組みが行われている。

ここでは、これまで厳しい使用環境下で、グリース潤滑を行ってきた箇所用に開発した新しい潤滑剤(ポリマー潤滑剤)を適用した軸受の長寿命化、メンテナンスフリー化への取り組みについて紹介する。

2. ポリマー潤滑剤の概要

ポリマー潤滑剤とは、液状・半固体状の潤滑剤を樹脂材料で固化した潤滑剤をいう。

その潤滑機構は、W. E. JAMISONらにより説明が試みられており¹⁾、軸受潤滑剤として用いた場合、以下のような作用により樹脂内の油分が滲み出し、潤滑を行う図1のような機構が考えられている。

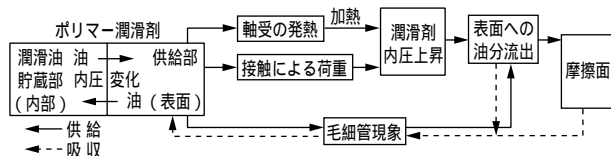


図1 ポリマー潤滑剤の潤滑機構
Lubrication mechanism of polymeric lubricant

- 1) 直接的な荷重(応力)の作用によるもの
- 2) 加熱(温度上昇)による(熱膨張係数差による)もの
- 3) 毛細管現象によるもの

また、ポリマー潤滑剤を封入した軸受は、以下の特長を有している。

- 1) 潤滑剤が漏れにくく、長寿命である。
- 2) 潤滑が飛散しにくく環境を汚染しない。
- 3) 潤滑剤が乳化・流出せず、耐水性が良い。
- 4) 潤滑剤の攪拌抵抗が小さく、低トルクである。
- 5) 軸受内部に異物が侵入しにくく、防塵性が良い。

3. ポリウレタン樹脂系ポリマー潤滑剤の開発

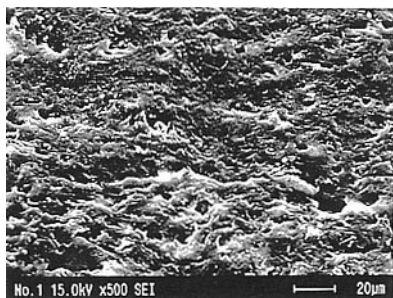
3.1 開発の目的

過酷環境下では、外部からの粉塵・水分などの異物侵入の他に高温・高湿の悪条件が加わる場合が多い。そこで、従来のポリマー潤滑剤(ポリエチレン樹脂系)では、使用不可能な高温で使用可能なポリマー潤滑剤の検討を行った。最高使用温度を130℃とし、加工性と潤滑性に重点をおいた結果、樹脂材にポリウレタン樹脂を、潤滑剤にはポリオレフィンを基油とするLi石けんグリースを適用した組成とした。

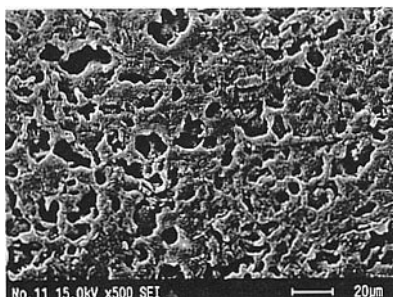
3.2 ポリマー組成と寿命の関係

ポリウレタン樹脂系ポリマー潤滑剤は、図2に示すようにプレポリマー中のイソシアネート(NCO)基の含有率により、ウレタン樹脂の網目

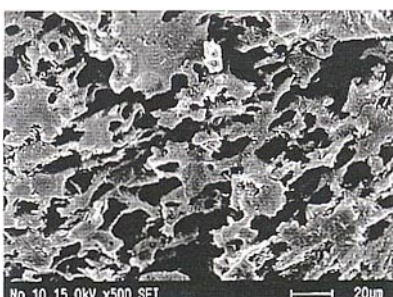
構造に差異が認められる。NCO基含有量の多いものほど網目は密であり硬く、少ないものほど網目密度は疎であり軟らかい。NCO基の含有量を最適化し網目密度を高くした試料Aは、軸受寿命試験において、120℃でも5000h以上の潤滑寿命を示した。



試料A : (NCO 6.0% / 66 IRHD)



試料B : (NCO 5.5% / 49 IRHD)



試料C : (NCO 3.2% / 33 IRHD)

図2 ウレタン樹脂系ポリマー潤滑剤表面のマイクロ構造 (NCO基含有量, % / 潤滑剤硬さ, IRHD)
Microstructure of urethane resin type polymeric lubricant surface

同条件において、ポリエチレン樹脂系ポリマー潤滑剤は、樹脂の軟化・溶融により極めて短時間で寿命に至った(図3²⁾)。

ウレタン樹脂系ポリマー潤滑剤とポリエチレン樹脂系ポリマー潤滑剤の性状を表1に示す。

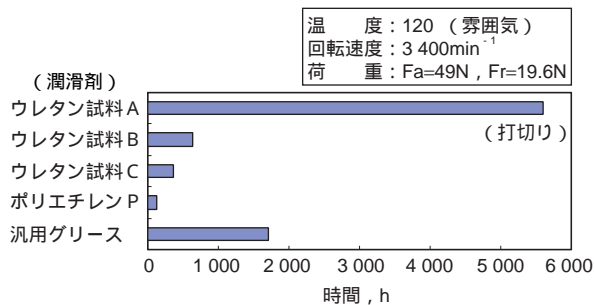


図3 軸受寿命試験結果
Results of bearing life test

表1 ポリマー潤滑剤の組成と単体物性
Physical properties and compositions of polymeric lubricants

項目	ウレタン樹脂系 ポリマー潤滑剤	ポリエチレン樹脂系 ポリマー潤滑剤
樹脂材	2液硬化性 ポリウレタン樹脂	超高分子量 ポリエチレン粉末
潤滑剤	Li石けんグリース	鉱油
使用温度範囲,	-30~130	-15~80
潤滑剤硬さ, ショアA ^{*1}	72	73
引張強度 ^{*2} , Mpa	5.1	14
引張破断時の伸び, %	80	370

*1, *2: JIS K6301による。

3.3 グリースとの寿命比較

ポリウレタン樹脂系ポリマー潤滑剤とグリースの劣化過程と潤滑寿命の比較を行った³⁾。

比較用には、ポリマー潤滑剤のベースであるLi石けんグリースを使用した。基油は動粘度48mm²/s(40℃)のポリオレフィン、混和ちょう度(25℃)は280である。

寿命試験結果を図4に示す。130℃, 150℃いずれの温度条件においてもグリース潤滑に比べ、ポリマー潤滑剤の方が長寿命である。寿命に至った軸受は、ポリマー潤滑剤封入品では、部分的に樹脂が破損し、粉状になり軸受外部へ漏れていた。一方、グリース封入品は、グリース漏れとタール化により固着状態であった。

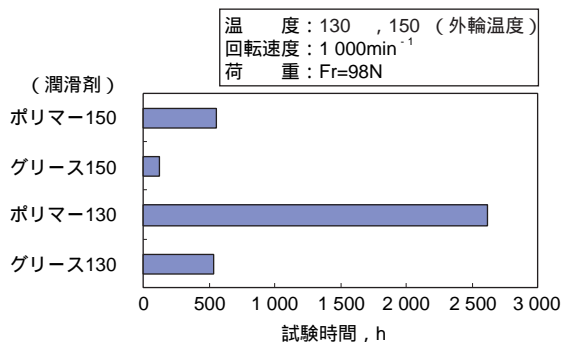


図4 軸受寿命試験結果
Results of bearing life test

軸受寿命試験の途中打ち切り試験品および寿命品の軸受および潤滑剤の外観，漏えい量，全酸価，樹脂硬さを調査した．主な結果を図5～7に示す．

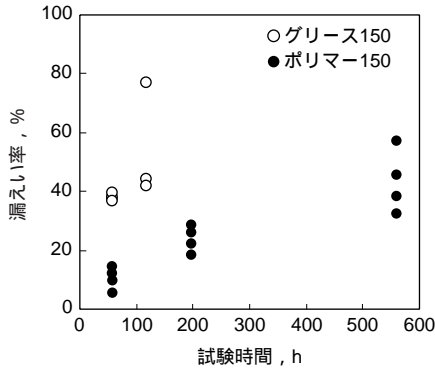


図5 漏えい量
Leakage rate

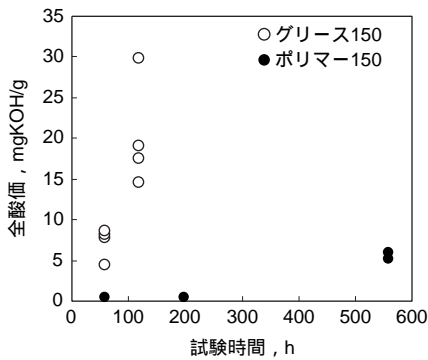


図6 全酸価
Total acid number

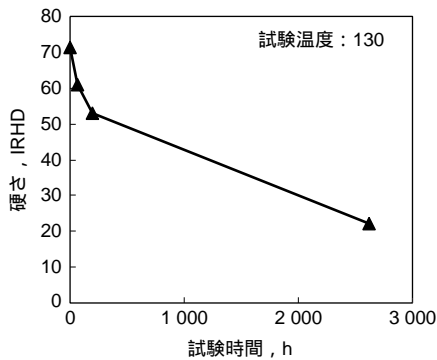


図7 樹脂硬さと試験時間の関係

Relationship between test time and hardness

グリース封入軸受の場合，時間とともにグリースの漏れが増加し，酸化劣化によるタール化が進行していた．これに対して，ポリマー潤滑剤は，ベースグリースが同一であるにもかかわらず漏えい，蒸発による潤滑損失が少なく，基油の劣化もしにくい傾向が認められた．

その理由として，ポリマー潤滑剤は，樹脂が油を保持しているために漏れや飛散を起こしにくいことが考えられる．

また，グリースは，軸受内部で攪拌され，空気中の酸素との接触が多くなり，酸化劣化が促進されるのに対して，ポリマー潤滑剤は，攪拌がなく酸素との接触が少ないため，酸化劣化が進行しにくいものと考えられる．

ここで，グリースとポリマー潤滑剤の耐酸化劣化性を酸化安定度試験で比較した．100時間までの酸素圧力の変化を図8，9に示す．試験条件は，JIS K 2220 5.8に記載されている規格試験および150とした．

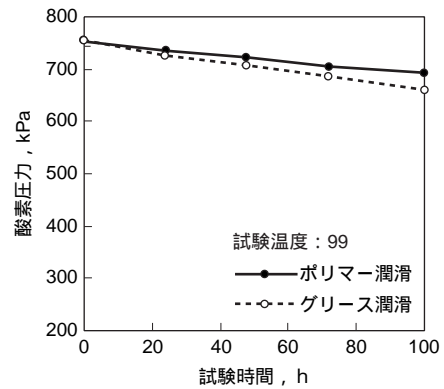


図8 酸化安定度試験結果
Results of oxidation stability test

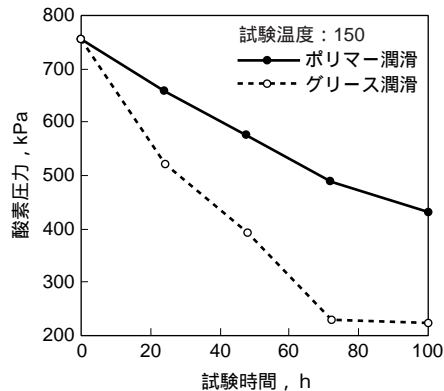


図9 酸化安定度試験結果
Results of oxidation stability test

その結果，ポリマー潤滑剤はベースグリースに比べ，酸化しにくいことが認められた．

これらのことより，ポリマー潤滑剤とグリース潤滑剤では劣化過程が異なると考えられる．グリースは，温度と空気中の酸素の影響による酸化劣化が支配的であるのに対して，ポリマー潤滑剤は，油分が樹脂に保持されているため，樹脂の脆化，破損が潤滑寿命に影響するものと考えられる．

4. 製紙機械設備への適用

4.1 現状と課題

ポリウレタン樹脂系ポリマー潤滑剤を封入した

軸受の適用例として、製紙機械のドライヤパートキャリアシブへの適用を紹介する。

製紙機械のドライヤパートキャリアシブとは、図10に示すように製紙の水分を蒸発乾燥させる部分の搬送用ロープを支持しているブーリ部を指している。従来、Li石けんグリスを封入したシールドタイプ軸受が使用され、定期的にグリスを給脂している。周囲環境は高温・高湿の非常に厳しい条件であり、軸受内部への水分浸入により、グリスが乳化・流出し、軸受寿命が短い。また、流出したグリスが製品に付着し、品質上のトラブルが発生するといった問題や定期的な給脂作業が必要といった課題もある。

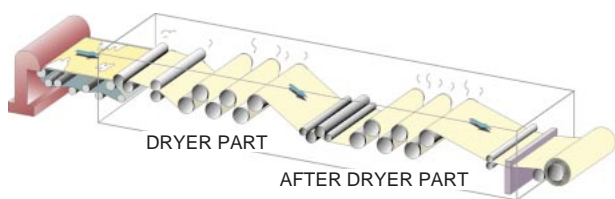


図10 製紙機械設備の工程
Paper manufacturing process

4.2 実機評価結果

実機で評価した軸受および潤滑剤の外観、音響、油分離率の変化量の確認を行った。またポリマー潤滑剤の寿命を左右する因子として潤滑剤の強度を見るため硬さを測定した。

7ヶ月使用されたウレタン樹脂系ポリマー潤滑剤は、使用時間の経過とともに若干の着色は見られるものの異常は見られなかった。軸受は、音響値の若干の上昇が見られるものの、軸受軌道部に損傷は見られず、性能上問題ないレベルであった。またポリマー潤滑剤の硬さ(図11)、潤滑剤の油分離率(図12)についても実機評価結果と試験室の実験結果とが同様の傾向を示していることにより、6ヶ月以上無給脂の状態でも継続使用が可能であることが確認できた。

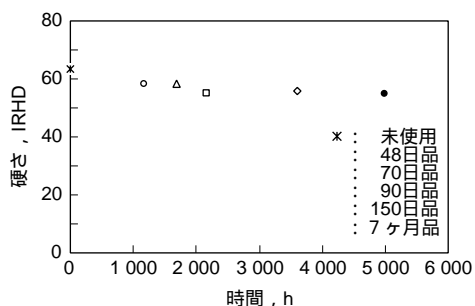


図11 樹脂硬さと試験時間の関係
Relationship between test time and hardness

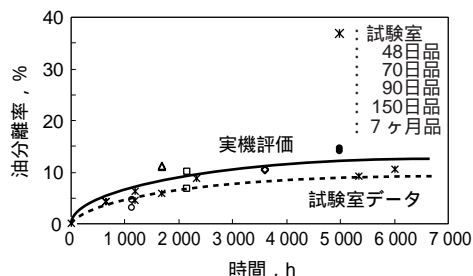


図12 油分離率と試験時間の関係
Relationship between test time and oil separation

5. おわりに

ウレタン樹脂系ポリマー潤滑剤を封入した軸受は高温(130℃)で長期間使用が可能であり、製紙機械設備はじめ他の同様の高温となる箇所へも適用し、良好な結果を得ている。

使用温度範囲の拡大したウレタン樹脂系ポリマー潤滑剤封入軸受が、今後グリス給脂の省略、クリーンな環境の維持効果、メンテナンスフリー、省資源化の取り組みなど、広い分野で活躍することが期待される。

参考文献

- 1) W. E. Jamison, J. J. Kauzlarich & R. E. Mondy: ASLE Trans., vol. 21, no. 1 (1978) 71.
- 2) 安達 謙, 小宮広志, 木村 浩, 八重樫康: トライボロジー会議予稿集, (東京1999-5) 253.
- 3) 田幡正裕, 小宮広志, 八重樫康, 木村浩: トライボロジー会議予稿集, (宇都宮2001-11) 369.

筆者



田幡正裕*
M. TABATA

* 総合技術研究所 基礎技術研究所
トライボロジー研究部