技術報告

家庭用電気洗たく機しぼりローラ軸受の
摩 擦 に つ い て*

(第2報) グリース潤滑時の特性

会 員 中 島 桑 男**

1. は し が き

第1報¹⁾において数種の合成樹脂製軸受を、しぼりローラ軸受に使用した場合の無潤滑時の摩擦特性を論じ、なかでもポリアセタール樹脂に属するデルリンがすぐれた性能を有することが判明した。しかし実際に使用するに当っては、無潤滑で用いるよりも潤滑剤を用いる方が有利であることはいうまでもない。無潤滑状態というのは潤滑剤のなくなった最悪の状態に相当する。それゆえ、本報ではグリース潤滑時の性能を、前報同様静荷重トルクレバー式軸受試験機を用いて実験的に検討する。

2. グリース溝の影響

電気洗たく機ということからして、油潤滑は困難であるので、グリース潤滑を行なうこととした。そのために軸受中にグリースをためておく部分を必要とする。第1報第7図(a)に示したぬすみ付試験軸受の接触幅を拡げ、第1図に示すように「キ」の字型に溝をほり、接触部の総面積が第1報第7図の軸受の接触面積とほぼ等しくなるようにした。ただし

試験軸受においては機械加工によって溝を切った。

以上のようにグリース溝を付けたので、この溝が無潤滑時の摩擦特性にわるい影響を与えては困る。この心配のあるなしをしらべるために、溝とぬすみとを付けたデルリン軸受とぬすみのみ付けたものとを以前と同じ条件、すなわち30 kg、

30 rpm で3日間連続回転で試験して比較した。実験装置および方法の詳細は第1報におけると同じである。実験結果を第2図に示した。この図の二つの結果を比較す

(第1図) グリース溝とぬすみとのある軸受の形状

(第2図) グリース溝の無潤滑特性におよぼす影響

* Frictional Behavior of Squeezing Roller Bearing of Electric Home Washers. Part 2: Behavior When Lubricated with Greases.

** K. Nakajima, Member. 大阪府立大学工学部

ると、多少の差異はあるにしても、全体としてみればほぼ同様な挙動を示し、溝を切ったために摩擦特性に悪影響をおよぼす心配のないことが判明した。

ついでに使用万^一非常に大きな過負荷がかかった場合を考慮して、溝とぬすみの付いた軸受に 70 kg の荷

ムせっけん基グリースは、水に触れると溶解し去るから不適格で、それ以外のものを使用すべきである。しかし従来不用意にもこの種のグリースが用いられていたので比較のために試料中に加えた。

以上の諸点を考慮して、市販のグリース中から下の15

種を選んだ。グリースの種類と以下本文中に用いる記号とを表示すれば、第1表を得る。またこれらのグリースの特性の測定値の一部を第2表（メーカーのデータによる）に示した。ただし性質不明のものは省略した。グリースFはEの原色のものである。

(第3図) 過荷重が無潤滑特性におよぼす影響

重をかけて実験した。その結果は第3図のようになり、荷重 30 kg のときに比べて同程度あるいは若干低い摩擦係数が得られた。このことはプラスチックの摩擦特性から予想されるところである。²⁾ また軸受の当り面がひどくいたむということもなかった。したがって相当な過負荷に耐え得ることが知られた。

3. 供試グリースの選定

前節の実験により、グリース溝のついた軸受の実用の可能性が明らかとなったから、今度はグリースをつめた場合どれだけ摩擦係数が低下するであろうか、またどんなグリースを用いればよいかという点を検討せねばならない。グリースにはいろんな種類のものがあるが、洗たく機軸受として用いる場合に必要な性質としては、耐水性、耐酸化性、安定性、耐荷重性、防錆性などが考えられる。耐水性からいうと、ナトリウムおよびマグネシ

(第1表) 供試グリースの種類

A, B, C	カルシウムせっけん基ベアリング用グリース
D, E, F	リチウムせっけん基万能グリース
G, H, I	リチウムせっけん基万能グリース
J	リチウムせっけん基グリース
K	カルシウムせっけん基極圧グリース
L	マグネシウムせっけん基一般用グリース
M	アルミニウムせっけん基モビールグリース
N	ナトリウムせっけん基万能グリース
O	ナトリウムせっけん基カップグリース

4. 連続回転試験による潤滑性能の比較

第1図に示した溝とぬすみのついたデルリン軸受の溝中に、前節の各種のグリースを手で充てんし、ついでに軸受内面全体にかかるく塗りつけておく。この試験軸受を

(第2表) 供試グリースの性質

種類	外 観	ち ょ う 度		滴 点 (°C)	灰 分 (%)	水 分 (%)	粘 度 (鉱油分) RW 50°C	使用温度 範 囲 (°C)
		6 0 回	1 0 ⁵ 回					
A	黄褐色軟こう	181	—	102	2.82	1.2	180	-10~70
B	〃	250	—	103	2.48	1.1	〃	〃
C	〃	290	—	96	2.05	0.9	〃	〃
D	紫色軟こう	324	390	182	—	痕跡	250	-30~150
E	〃	269	370	187	—	〃	〃	〃
F	灰色軟こう	〃	〃	〃	—	〃	〃	〃
G	黄褐色軟こう	370	—	155	0.98	〃	350	-5~150
H	〃	325	—	160	1.10	〃	〃	〃
I	〃	280	—	170	1.21	〃	〃	〃
K	〃	325	—	>260	—	—	450	—
L	橙色軟こう	243	—	178	2.34	痕跡	140	-5~120

(第4図) グリースAに関する2回の実験結果の比較

用いて、第2節の無潤滑試験における同じ実験装置および方法によって3日間の連続回転試験を行なった。実験条件も前同様 30 kg, 30 rpm である。

まずA, B, Cの3種のグリースに対して各2回の実験を行なった。グリースAについての前後2回の結果を第4図に示した。この図において前後2回の結果は、多少

3種のグリースはいずれもカルシウムせっけん基のもので、鉱油粘度も同じであるが、ちょう度だけが3段階に変化している。第6図の3種のリチウムせっけん基グリースも同様である。しかし摩擦係数とちょう度との関係はこれら両者では事情をまったく異にし、第6図ではちょう度の低い、すなわちかたいグリースが大きな摩擦係

数を示しているが、第4図ではちょう度の影響はそれほど顕著ではない。したがってグリースの選定には、単にその種類のみならず、ちょう度を考慮する必要がある。なお通常グリースは夏期にはちょう度の低いものを、冬期にはちょう度の高いものを使用するのがよいとされているが、このしほりローラ軸受ではこの種の使いわけをする必要のないことが第4図の結果から知られる。

(第5図) カルシウムせっけん基ベアリング用グリースにおけるちょう度の影響

○ グリースG, ● グリースH, ◐ グリースI

(第6図) リチウムせっけん基万能グリースにおけるちょう度の影響

実験した15種類のグリースについて、第5, 6図と同様な結果が得られるが、いちいち図示することは省略した。しかしこれらの結果をみると、時間の経過とともに摩擦係数の徐々に減少するもの、徐々に増加するもの、ほぼ一定なものなどがあるが、全般的にいえ

は安定した潤滑状態を示し、この点だけからすればとくに不都合なものはなかった。

つぎに摩擦係数の絶対値には、すでに記した通り、かなりのちがいが認められる。時間対摩擦係数曲線を大部分省略したので、とくに意味のありそうな実験開始時の摩擦係数と定常状態の摩擦係数との値を第3表に示した。定常状態の摩擦係数の値が2重に入っているのは、実験

(第3表) 摩擦係数の測定値

種類	運転開始時の摩擦係数			定常状態の摩擦係数		
	第1日目	第2日目	第3日目	第1日目	第2日目	第3日目
A	0.125	0.115	0.11	$\left\{ \begin{array}{l} 0.11/ \\ 0.125 \end{array} \right.$	0.12	0.115
A	0.10	0.10	0.11	$\left\{ \begin{array}{l} 0.105 \\ 0.10 \end{array} \right.$	0.105	0.115
B	0.12	0.11	0.11	$\left\{ \begin{array}{l} 0.10/ \\ 0.11 \end{array} \right.$	0.10	$\left\{ \begin{array}{l} 0.10/ \\ 0.09 \end{array} \right.$
B	0.135	0.13	0.145	0.125	0.105	0.105
C	0.12	0.115	0.115	0.115	0.11	$\left\{ \begin{array}{l} 0.11/ \\ 0.125 \end{array} \right.$
C	0.115	0.14	0.135	0.115	0.11	0.10
D	0.11	0.10	0.085	0.095	0.05	0.065
E	0.10	0.09	0.12	0.075	0.105	0.09
F	0.14	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09
G	0.035	0.045	0.02	$\left\{ \begin{array}{l} 0.035/ \\ 0.045 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0.04/ \\ 0.03 \end{array} \right.$	0.015
H	0.12	0.115	0.10	0.105	0.08	0.085
I	0.20	0.175	0.165	0.19	0.17	0.165
J	0.08	0.095	—	0.085	0.095	—
K	0.045	0.015	0.04	0.03	0.05	0.065
L	0.11	0.12	0.07	0.105	0.08	0.055
M	0.095	0.015	0.04	0.03	0.05	0.065
N	0.12	0.105	0.125	0.145	0.13	0.115
O	0.06	0.04	0.03	0.045	0.03	0.03

中2種の定常状態を示したことを意味する。(第4図参照)

第3表の値から摩擦係数の大小によってつぎのように分類してみる。ただしこの分類はまったく便宜的なもので、理論的な意味はない。

(1) 摩擦係数が 0.05 以下のもの……………G, K, O

(2) 摩擦係数が 0.05～0.10 のもの

……………D, E, H, J, L

(3) 摩擦係数が 0.10～0.15 のもの

……………A, B, C, F, M, N

(4) 摩擦係数が 0.15～0.20 のもの……………I

従来使用されていたグリ

ースOは非常に低摩擦で、もし軸受部に水分の浸入するおそれがなく、グリースの変質の危険がなければこれで十分である。しかしこれらの点について心配があれば、ナトリウムおよびマグネシウムせっけん基グリースは避けた方がよく、また長期間の使用に耐えるに必要な各種の添加剤入りのものを使用すべきである。

これらを除外すると、好成績を示したのは主としてリッチムせっけん基グリースである。これらのグリースにおいては、D, E, F, G, Hなどでみられ、すでに説明したようにグリースのちょう度が問題で、本実験程度の負荷条件 (27 kg/cm², 1.9 m/min) では、むしろちょう度の高いやわらかいグリースの方が低摩擦を示している(第3表, 第6図参照)。一方カルシウムせっけん基グリースA, B, Cではちょう度の影響は顕著ではないが、これはちょう度のレベルがA～Cでは181～290であるのに対し、D～Iでは269～370であること、基油の粘度がそれぞれ180, 250～350であること、A～Cは1%前後の水分を含んでいることなどによるものと想像される。なおカルシウムせっけん基グリースKも良い成績を示した。このグリースのちょう度はグリースCのちょう度よりやや高い程度であるが、基油の粘度もちがうし、各種添加剤を含んでいるので、これはむしろ極圧添加剤の入っているためであろうと思われる。しかしこの現象を解明するには、もっと基礎的な研究が必要と思われるので、ここではこれ以上深くは立ち入らないことにする。

なおグリースD～Fの系列と、グリースG～Iの系列との比較であるが、D～Fの系列にはさらにちょう度の高いGに対応するものがあるはずであったが、あいにく実験時には入手できなかったため、実験から割愛した。しかし実験結果を検討してみると、もしこの種のグリースが入手できて実験に加えることができておれば、非常

グリース G, ○ グリース潤滑, 荷重 30 kg, ● グリース潤滑荷重 70 kg, ① 無潤滑, 荷重 70 kg

(第7図) 過荷重がグリース潤滑特性におよぼす影響

に良い成績を示したのではなからうかと推察される。

もっとも良い成績を示したグリースGについて荷重を70 kgに上げて過荷重で実験した結果を第7図に示した。第7図には同じグリースを用いた荷重30 kgのときの結果と、第2節で得

られた無潤滑70 kgのときの結果とをあわせ示してある。これらの結果を比較すると、荷重70 kgではグリースを用いても、30 kgのときに比べて摩擦係数の増加することは覚悟せねばならない。しかし無潤滑時に比べると、グリースの潤滑効果の著しいことも知られる。この実験は単に過荷重での挙動をしらべるのが目的であるから、常用最大荷重が70 kgの場合には改めてちょう度の影響をしらべる必要があるであろう。

5. 間欠回転試験による潤滑性能の比較

しぼりローラ軸受の実際の使用状態は決して連続回転ではないが、第1報において判明したように、連続回転でもって間欠回転時の性能を推定することができる。しかし以上の結論は無潤滑時について得られたものである。一方本報ではグリース潤滑時を論じているので、念のためB, G, K 3種のグリースに対し間欠回転による比較実験を行なった。ただし第1報とことなり、測定は毎時間行なった。

実験結果は第8図に示した通りで、全般的にいて摩擦係数は連続回転におけるよりもやや高目に出ているがその値の大小の順位や、運転時間に対し、安定した状態を示している点などは、連続回転によって得られた結果とよく似た摩擦特性が得られた。したがって連続回転によって間欠回転時の摩擦特性を推測できることは、グリースの存否には無関係であるという結論が得られた。

6. む す び

以上の実験結果を総合すると、第1図に示した形状の

○ グリースG, ◐ グリースK, ● グリースB
(第8図) 3種のグリースによる潤滑時の間欠回転試験結果

グリース溝およびぬすみのついたデルリン製軸受を、適当なちょう度の各種添加剤入り高級グリース(たとえばグリースG, Kなど)で潤滑して使用するのが望ましいとの結論が得られる。

結論をやや詳細に列記すると下のようになる。

- (1) 軸受のみかけの接触面積を等しくしておけば、グリース溝を切っても、無潤滑時の摩擦特性には悪影響をおよぼさない。
- (2) デルリンは無潤滑でもかなりの過荷重に耐え、摩擦の値もそれほど大きくはならない。
- (3) グリースはリッチム、あるいはカルシウムせっけん基の添加剤入り高級グリースの中から適当なちょう度のものを選ぶ必要がある。
- (4) 潤滑時の実験結果の再現性はそう悪くはない。
- (5) グリース潤滑時過負荷になってもグリースの効果は残るが、摩擦はやや増大する。
- (6) グリース潤滑時の摩擦挙動の比較は、連続回転による実験結果から推定することができる。

なお、実用に供するのに未解決で残っている問題として、グリースの安定性の問題があるが、普通はリッチムせっけん基グリース、その他の高級グリースには酸化防止剤その他の添加剤入りのものが多く、長期間にわたっての安定な作動を期待してよいものと思われる。

参考文献

- 1) 中島榮男: 繊維機械学会誌, 17, 146 (1964)
- 2) たとえば C. Rubenstein: Proc. Phys. Soc. B, 69, 921 (1956)