

報 文

リチウムコンプレックスグリースの特徴と実用性能

中央技術研究所
潤滑油研究所 工業用潤滑油グループ

あらい たかし
荒井 孝



1. まえがき

グリースは、基油と増ちょう剤および添加剤で構成され、一部の例外を除き、増ちょう剤の種類にグリースを付けて呼称される。その歴史は古く、英国から始まった産業革命での鋳工業の発達に関係し、1845年には米国で鋳油と獣脂油／石灰からなるカルシウム石けんグリースが、また1853年には英国で鋳油と牛脂／ソーダからなるナトリウム石けんグリースが開発されており、これが潤滑グリースの始めと言われている¹⁾。

国別または地域別のグリース生産割合²⁾を表1に示す。世界的にはリチウム石けんグリース（以下、Li石けんグリースと記載）が一番生産されており、歴史の古いカルシウム石けんグリースも多くの国・地域で生産されている。一般的に、カルシウム石けんグリースで性能を満足しない場合（特に耐熱性）はLi石けんグリースが、Li石けんグリースでも満足しない時は、コンプレックス石けんグリースやウレアグリースなどが使用される。日本はLi石けんグリースに次いでウレアグリースの生産割合が多く、世界の動向とは異なっている。一方米国では、図1に示すリチウムコンプレックス石けんグリース（以下、Liコンプレックス石けんグリースと記載）の生産動向³⁾から、今後もさらにLiコンプレックス石けんグリースの生産量は増加すると予測できるし、世界的にも増加傾向にあると予想される。

本報では、Liコンプレックス石けんグリースとLi石けんグリースおよびウレアグリースとの性能比較試験を行い、Liコンプレックス石けんグリースの特徴を明らかにした後に、新たに開発したLiコンプレックス石けんグリースの実用性能について報告する。

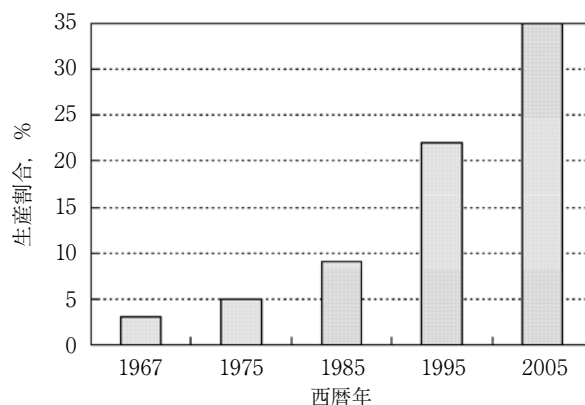


図1 米国のLiコンプレックス石けんグリースの生産動向³⁾

2. 評価グリースの組成と性状

評価グリースは基油ならびに添加剤の種類と量は同一とし、増ちょう剤の種類だけを変更したものであり、その組成と性状を表2に示す。

表1 各国・地域別のグリース生産割合 (2005年)²⁾

北米	欧州	中国	日本	インド および インド亜大陸	太平洋 および 東南アジア	カリブ海諸国 および 南米	アフリカ および 中東
Li石けん 36%	Li石けん 60%	Li石けん 73%	Li石けん 59%	Li石けん 82%	Li石けん 55%	Li石けん 77%	Li石けん 81%
Li.Cplx ^{注1)} 35%	Li.Cplx 11%	Ca石けん 8%	ウレア 21%	Na石けん 7%	Ca石けん 22%	Ca石けん 12%	Li.Cplx 7%
Al.Cplx ^{注2)} 9%	Ca.Cplx ^{注3)} 9%	Li.Cplx 7%	Ca石けん 11%	Ca石けん 4%	Li.Cplx 17%	Li.Cplx 5%	Ca石けん 3%
その他 20%	その他 20%	その他 12%	その他 9%	その他 7%	その他 6%	その他 6%	その他 9%

(注1) Li.Cplx: Liコンプレックス石けん (注2) Al.Cplx: Alコンプレックス石けん (注3) Ca.Cplx: Caコンプレックス石けん

表 2 評価グリースの主な組成と性状

組成・性状		Liコンプレックス石けん	Li石けん	ウレア
基油	種類	鉱油		
	粘度 (40℃) mm ² /s	170		
増ちょう剤原料 (種類)		12OH-St 二塩基酸 LiOH	12OH-St LiOH	イソシアネート、アミン (脂環式)
添加剤	酸化防止剤	アミン系		
	さび止め剤	エステル系		
	耐摩耗防止剤	有機モリブデン		
ちょう度 (25℃) 60W		270	265	278
滴点 ℃		270 以上	200	280 以上

3. 各種評価結果

グリースへの要求性能は (1) 耐熱性、(2) 耐水性、(3) 機械的せん断安定性、(4) 耐荷重・耐摩耗性、(5) さび止め性、(6) 低温性、(7) 流動性、(8) 音響性能、(9) 耐フレッチング性、(10) 軸受温度抑制性、(11) 耐ゴムおよび耐樹脂性、(12) 適正コストなどがあるが、これらの内、増ちょう剤の種類と関係の深い、耐熱性・耐水性・機械的せん断安定性・軸受温度抑制性などについて評価を実施した。

3.1 耐熱性の評価

3.1.1 温度とちょう度の関係

温度とちょう度の関係を図 2 に示す。ウレアグリースはどの温度でもちょう度変化が小さいのに対し、Li石けんグリースやLiコンプレックス石けんグリースは高温になるに従い軟化する傾向にある。両石けんグリースの軟化傾向を比べると、100℃位までは同様のちょう度変化を示しているが、それ以上の温度ではLiコンプレックス石けんグリースの方がちょう度変化が小さい。

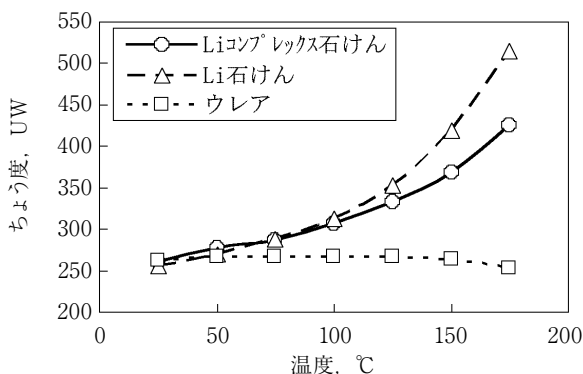


図 2 温度とちょう度の関係

3.1.2 離油度

温度と離油度の関係を図 3 に示す。125℃位までは 3 種類のグリースの離油度は同様であるが、150℃以上になるとLi石けんグリースの離油度が大きくなり、次いでLiコンプレックス石けんグリース、ウレアグリースの序列であった。

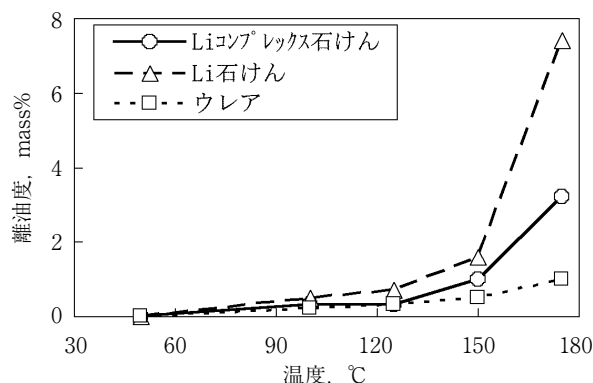


図 3 温度と離油度の関係

3.1.3 グリース寿命

グリース寿命試験結果を図 4 に示す。玉軸受での寿命は、いずれの試験温度でもウレアグリースが最も長く、次いでLiコンプレックス石けんグリース、Li石けんグリースの序列であった。

一方、円すいころ軸受での寿命は、いずれの試験温度でもLiコンプレックス石けんグリースが最も長く、Li石けんグリースとウレアグリースは同程度で短寿命であった。玉軸受と円すいころ軸受での寿命序列が一致しないことから、軸受の種類に対して増ちょう剤との相性があると考えられる。

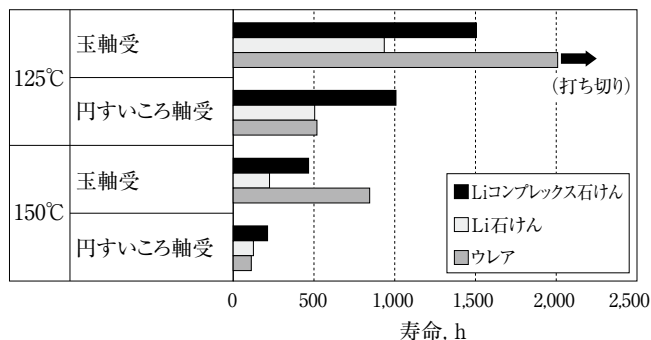


図 4 グリース寿命試験結果 (軸受: 内径 20mm, 回転数: 10,000rpm)

3.2 耐水性

2つの温度条件下での水洗耐水度の試験結果を図5に示す。38℃ではいずれのグリースとも殆んど流失しないが、79℃ではLiコンプレックス石けんグリースやウレアグリースの流失増加量が僅かなのに対し、Li石けんグリースは流失量が大幅に増加した。

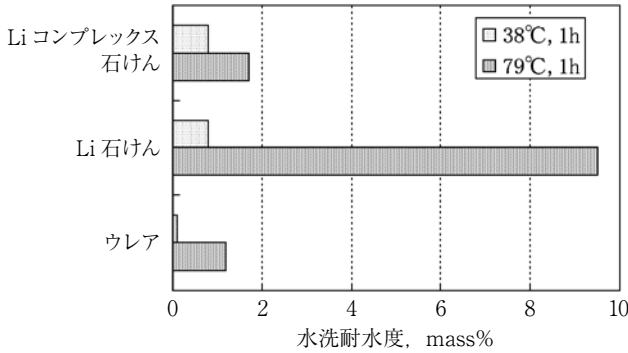


図5 水洗耐水度試験結果

3.3 機械的せん断安定性の評価

40℃および80℃でのロール安定度試験結果を図6に示す。40℃での含水0%の条件では、いずれのグリースのちょう度変化も同程度であるが、含水10%にすると、Liコンプレックス石けんグリースやウレアグリースに比べLi石けんグリースの軟化が大きい。80℃では含水の有無に関わらずLiコンプレックス石けんグリースやウレアグリースに比べ、Li石けんグリースの軟化が大きい。

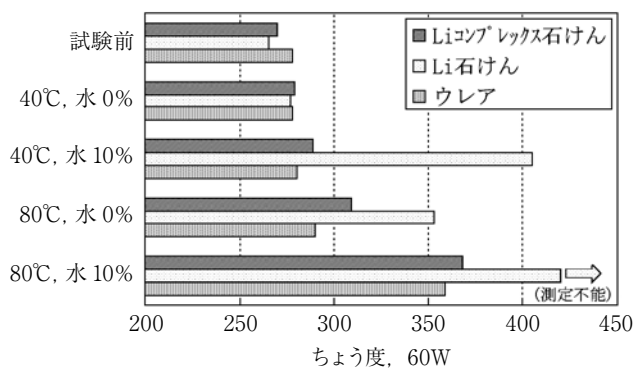


図6 ロール安定度試験結果(回転:165rpm, 時間:20h, ロール重量:5kg)

3.4 軸受温度抑制性の評価

玉軸受と円筒ころ軸受で回転時の温度上昇傾向を調べた結果を図7と図8に示す。図中の温度上昇値は回転中の軸受温度から室温を差し引いたものである。玉軸受と円筒ころ軸受の両方でLiコンプレックス石けんグリースの温度上昇が最も小さく、ウレアグリースの温度上昇が最も大きかった。本結果に対しては図9に示す遠心離油度試験結果から、回転時の離油が多いほど早期に温度上昇を安定化させかつ上昇幅を抑制している可能性が考えられる。

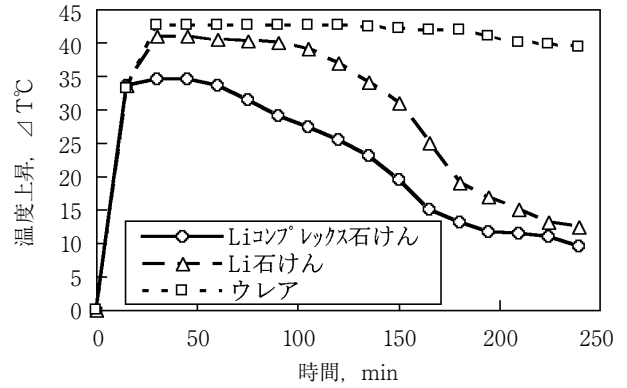


図7 玉軸受での温度上昇試験結果(軸受:内径30mm, 回転:5000rpm)

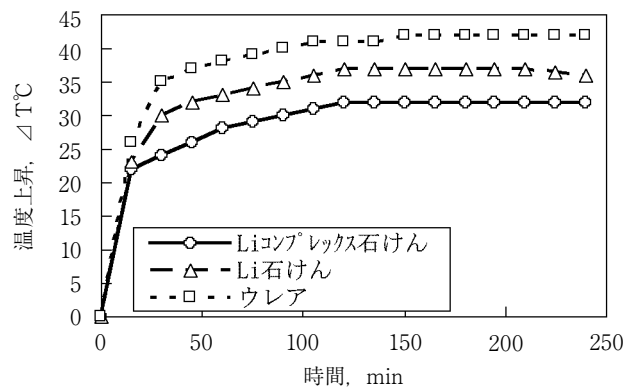


図8 円筒ころ軸受での温度上昇試験結果(軸受:内径30mm, 回転:5000rpm)

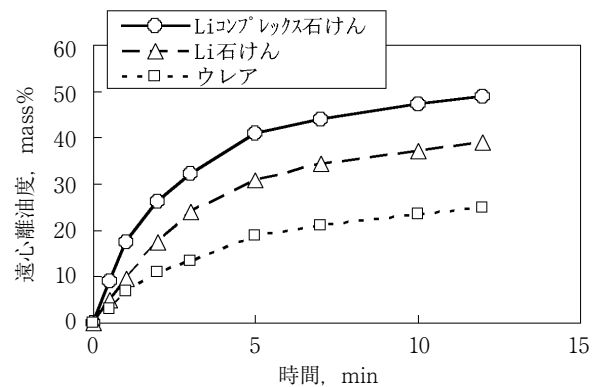


図9 遠心離油度試験結果(回転:1,500rpm, 温度:80°C)

3.5 評価試験のまとめ

各種評価結果をまとめて表3に示す。網掛け部分が優れた性能を示す箇所である。これを見るとウレアグリースが最も網掛け部分が多く、次いでLiコンプレックス石けんグリース、Li石けんグリースの順である。したがって総合的にはLiコンプレックス石けんグリースの性能はウレアグリースとLi石けんグリースの中間と考えられるが、Liコンプレックス石けんグリースにはウレアグリースにない、円す

いころ軸受の寿命が長い、温度上昇が小さいという特徴があることから、適用箇所（用途）によってはウレアグリースを凌ぐ性能を発揮できるグリースであると考えられる。

表3 評価結果のまとめ

評価項目		評価グリース		
		Li コンプレックス 石けん	Li 石けん	ウレア
耐熱性	滴点 ℃	270 以上	200	280 以上
	温度によるちょう度変化	中間	大きい	小さい
	離油度	中間	多い	少ない
	玉軸受寿命	中間	短い	長い
	円錐ころ軸受寿命	長い	長い	短い
耐水性（水洗耐水度）		少ない	多い（普通）	少ない
機械的せん断安定性		小さい	普通	小さい
（ちょう度変化）				
水 0%		小さい	普通	小さい
水 10%		小さい	大きい	小さい
軸受温度上昇		低い	中間	高い
遠心離油度		多い	中間	少ない

（注）網掛け部分は、最も優れた性能を示した箇所

4. Li コンプレックス石けんグリースの開発について

グリースは、主に軸受の潤滑剤として使用されるがその用途は非常に多い。本報での知見をもとに最適基油および最適添加剤の選定を行い、表4に示す性状のLiコンプレックス石けんグリースを開発した。以下に開発品のホイール軸受とロール支持軸受における実用性能を紹介する。

表4 Li コンプレックス石けんグリース開発品の性状

試験項目	LCG335	LCG364	LCG366
	ホイール 軸受用	抄紙機軸受用 (NLGI ^{注1} :1号)	抄紙機軸受用 (NLGI ^{注1} :0号)
ちょう度 60W	265	320	365
滴点 ℃	270 以上	250 以上	240 以上
さび止め性(ASTM,1%塩水)	さびなし	さびなし	さびなし
さび止め性(EMCOR,人工白水)	さびなし	さびなし	さびなし
高速四球焼付荷重 N	3089	4903以上	4903以上
チムケン OK 荷重 kg	13.6	22.5	22.5

（注）National Lubricating Grease Institute

4.1 ホイール軸受用実車試験（LCG335）

大型トラックや大型バスのホイール軸受には円すいころ軸受が使用されている。軸受にかかる荷重は大きく、さらに回転による自己発熱に加え、ブレーキからの伝熱などにより多大な熱負荷がかかる。当社では輸送会社の協力を得て、LCG335と従来のホイール軸受用Li石けんグリースおよびウレアグリースについて石灰運搬用特大車（石灰積

載時総重量：120t）による実車試験を行った。試験車両は石灰運搬専用道路を走行し、目標は1年間（約18万km走行）とした。

結果を表5に示すが、Li石けんグリースは3ヶ月で軸受に損傷が発生したため試験は中止した。一方、ウレアグリースは1年間走行できたが、軸受に損傷が認められかつグリースの変色も大きく、さらに軸受転送面のグリース残存量は少なく油分が枯渇した状態であった。一方、LCG335はグリースの変色も少なく、また軸受内には十分なグリースが残存しており非常に良好な状態であった。

ホイール軸受は車検時に問題なければ再利用される場合が多く、同社では自動洗浄機（洗浄剤+温水）で軸受内のグリースを1次洗浄し、灯油で2次洗浄を行っている。従ってグリースにはその際の洗浄性も要求されるが、LCG335はLi石けんグリースと同等の洗浄性を有していたが、ウレアグリースの洗浄性は非常に劣っていた。


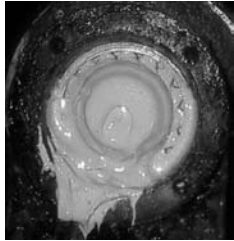
表5 石灰運搬用特大車での1年間の実機試験結果

結果		グリース		
		LCG335	Li 石けん	ウレア
観察	軸受の状態	良好	損傷(3ヶ月)	損傷
	グリースの変色	小	大	大
	グリースの残存	多	少	少
洗浄性	自動洗浄機	良好	良好	不良
	灯油洗浄	良好	良好	不良

4.2 ロール支持軸受用実機試験（LCG364・LCG366）

金属や紙の圧延ロールなどの支持軸受には、円すいころ軸受、自動調心ころ軸受などが使用される。生産性向上のため近年は機械の大型化ならびに高速化が進んでおり、軸受には大きな荷重負荷および熱負荷などがかかる。それに加え金属圧延では多量の冷却水が、紙の圧延では原料から絞り出された多量の水が軸受内に混入する。当社では製紙会社の協力を得て、LCGシリーズと現用グリースとの比較実機試験を数多く行っている。その中から、抄紙工程で最も水のかかるワイヤーパート部で行った実機試験結果の一例を表6に示す。グリースには多量の水分が混入しているがLCG364の軟化は小さく、軸受内のグリースは軸受の外蓋を外しても流出しない。一方、現用ウレアグリースは軟化が大きく、軸受の外蓋を外した瞬間に軸受内グリースが流出した。また、グリース中の鉄分（摩耗分）もLCG364の方が少なく非常に良好な状態であった。

表 6 製紙機械ワイヤーパートでの実機試験結果 (40日間後)

結果		グリース	
		開発品 (LCG364)	現用ウレア (脂肪族)
水分 mass%	新油	0.1	0.1
	実機後	14	18
ちょう度 60W	新油	320	340
	実機後 (変化)	345 (+25)	395 (+55)
鉄分 ppm		60	200
軸受内グリースの状態			

5. おわりに

試作した Li コンプレックス石けんグリースと Li 石けんグリース、ウレアグリースについて比較評価を行い、Li コンプレックス石けんグリースの特徴について考察した。それを基に開発したグリースは需要家における実機試験において、好評を得ている。

今後も長寿命化、省エネルギー性など、グリースへの要求は多様化すると考えられる中、Li コンプレックス石けんグリースの特徴を活かした商品開発を行う予定である。

最後に、実機試験に快く協力して頂いた需要家に対し、心より謝意を表す。

－ 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”, 5 (2007)
- 2) Sandy Cowan:NLGI SPOKESMAN, 9 (JANUARY,2008)
- 3) Sandy Cowan:NLGI SPOKESMAN, 7 (JANUARY,2008)