

パッキン摺動面の摩擦摩耗におけるグリース成分の影響

Effect of grease components on friction and wear of packing sliding surfaces

住友重機械（正）*武石 将暉 九大・工（正）田中 宏昌

Masaki Takeishi*, Hiroyoshi Tanaka**

* Sumitomo Heavy Industries,Ltd, **Kyushu University

1. 緒言

パッキンは産業機械の回転および摺動部に対して潤滑剤を密封するために使用されるが、接触域に異常な摩擦熱が生じてバルク温度で 120℃を超えるような過酷環境となった際に、固着物が生じて油漏れに至る事例が確認されている。固着物による油漏れを防ぐためにはパッキン摺動面の摩擦熱や摩耗粉の発生量を低減すること、そしてグリース中の各成分の発熱等による異常な劣化を抑制することが重要と考えられる。著者らはこれまで、実際の系を可能な限り模擬した可視化試験機を構築し、パッキン摺動面の可視化像に関する初期的な考察を報告してきた。本研究では、既報で構築した可視化試験機を用い、従来使用していたグリースから代表的な摩擦調整剤である有機モリブデン添加剤を除いた組成のグリースを用いて同様の試験を実施した。その結果得られた可視化像や摩擦力を詳細に解析することで得られた、パッキン摺動面における潤滑挙動の新たな知見を報告する。

2. 実験方法

本研究では Fig.1 に概略を示すパッキンと石英ガラスを摺動させることで摺動面を可視化する装置を用いた。本試験機では円板型ディスクとパッキンとを線接触させて摺動面を作成した。温度はガラスの上面にラバーヒーターを摺動妨害しないように装着し、摺動部近傍を熱電対で計測することで管理した。面圧はてこ式ステージによって任意の荷重をおもりで負荷することで調節し、負荷した荷重はロードセルで管理した。また、摺動速度はステッピングモーターを用いて動画の撮影に支障が出ない範囲で設定し、摺動面の摩擦力は二分力計で測定した。本試験条件は実際の現象が再現できるように、可能な限り現物、現状に沿うこととした。詳細なパラメータおよびパッキンの性状と使用した潤滑剤をそれぞれ Table1 および Table2 に示す。

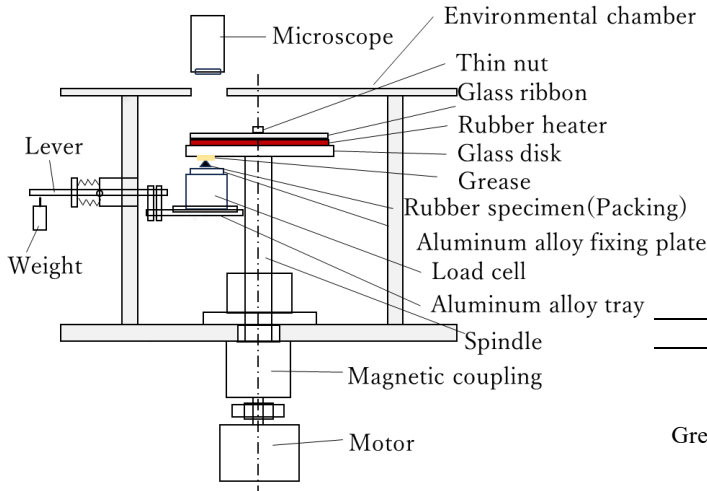


Fig.1 Schematic of testing machine

パッキン試験片の作成方法は既報で報告通りのため省略する。モーター運転前にヒーターを起動して摺動環境が 120℃に達した状態から、3.5 Nの荷重をかけた上で現象再現に十分な長時間の試験を行った。

Table 1 Test conditions
(Same as the real condition except for speed)

Temperature	120℃
Load	3.5N
Speed	10mm/sec(Stroke10mm)
Sliding pattern	Reciprocating

Table 2 Lubricant and packing

Grease		Grease A	Grease B
	Base oil	PAO+ Mineral oil	PAO+ Mineral oil
	Thickener	Li-soap	Li-soap
Packing	Additives	Mo additive Zn additive (Others)	Zn additive (Others)
		FKM (Durometer A Hardness 81.1)	FKM (Durometer A Hardness 81.1)

3. 試験結果と考察

Grease A と Grease B それぞれの試験中に得られた動画の画像を一部切り出して、Fig.2 に示す。また、Fig.3 には各動画取得時間から 20 秒間の摩擦力の変化を示す。試験開始直後の摩擦波形は Grease A と B で近いものであったが、B はその後摩擦力の上昇を示すことなく滑らかな滑り挙動を示した。摩擦力は 1N 程度で、摩擦係数に換算するとおおよそ 0.3 となった。この値は Grease A に比べて低い値であり、その後 100 時間経過までほとんど変化しなかった。加えて Fig.2 より、摩擦最初期から、接触域全域にわたりキャビテーションが生じない結果も得られた。このことから、Grease B の試験では最初期より速やかになじみが生じ、ゴム表面の平滑化とともに摩擦状態の改善が得られたものと考えら

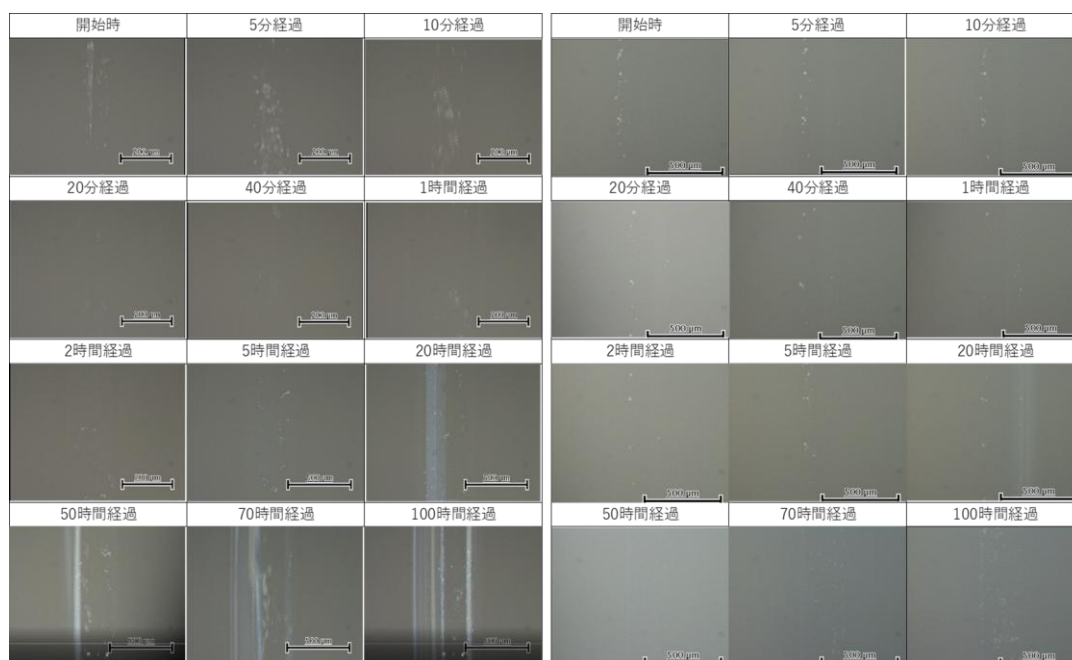


Fig.2 Changes in contact surface image of Grease A(left) and Grease B(right) at regular intervals

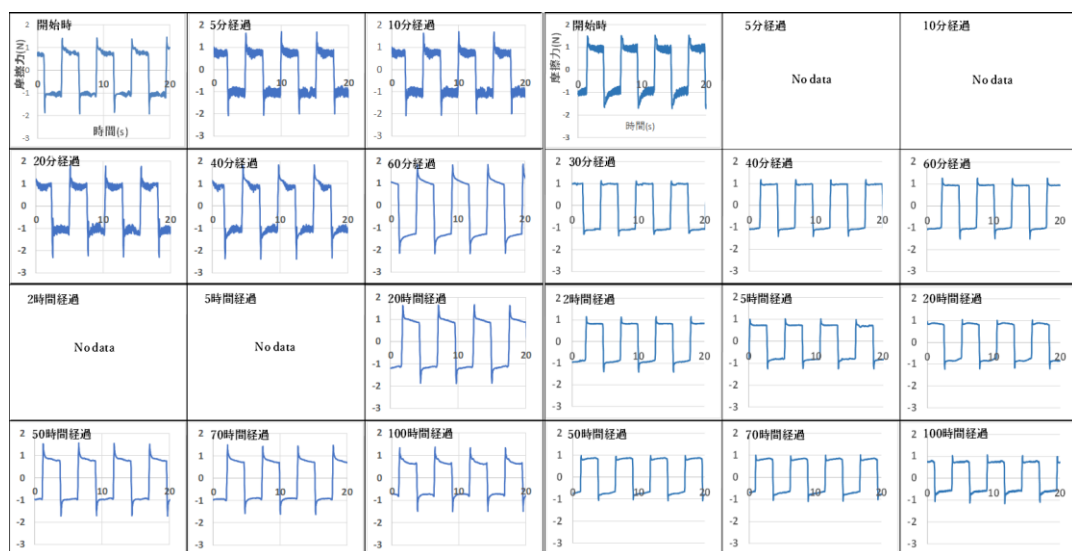


Fig.3 Changes in friction force of Grease A(left) and Grease B(right) at regular intervals

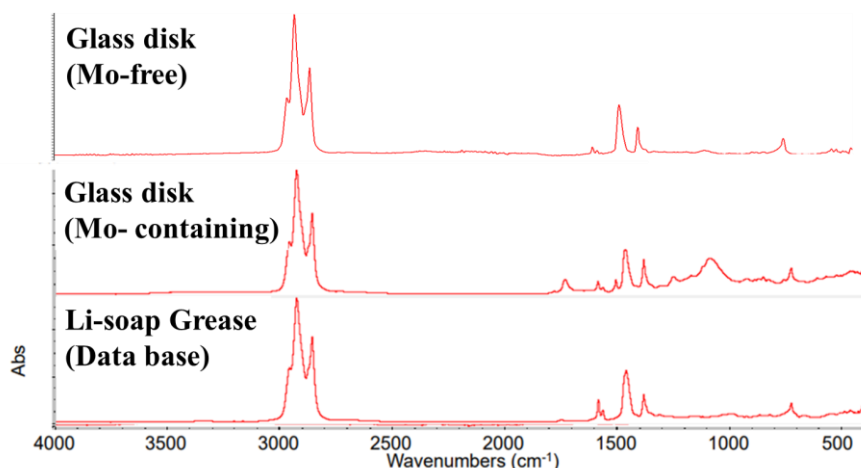


Fig.4 FT-IR spectra of the disks after testing

武石・田中：パッキン摺動面における高温時の固着物生成の可視化 Visualization of the adhesive substance generation at high temperatures in the sliding surface of packing, トライボロジー会議2024秋 名護 予稿集 (2024).

れる. Fig.2 の 20 時間時においては Grease A で、白い筋が観察され、以降の筋の成長に明確な差が生じる結果を得た. Fig.4 に示す試験後の各ガラスディスクの FT-IR 分析結果で、増ちょう剤のピークを差し引くと 1700cm^{-1} と 1000cm^{-1} 付近のピーク有無が、主な違いとして確認できたことから、炭化水素の酸化劣化やモリブデン添加剤の有無が白い筋の成長に影響していることが確認された.

4. 結言

本研究では既報に続き、過酷な摺動温度条件を in situ 試験に適用した. 使用グリース間の違いは代表的な摩擦調整剤や極圧剤である有機モリブデン添加剤であり、可

視化像と摩擦力の関係からは摺動中のパッキン表面の状態が考察できるようになった. パッキン摺動面は金属間の摺動と異なる摩擦挙動を示すため、さらなる可視化研究により現象を明らかにしていく必要がある.

文献

田中・劉・杉村：半球ゴムの摩擦摩耗に及ぼす往復滑りの影響 Friction and wear of hemispherical rubber with reciprocating sliding, トライボロジー会議2022春 東京 予稿集 (2022).