

ドライ環境で超低摩擦を発現するコーティング皮膜(第2報)
～しゅう動条件の影響～

Coating film that shows ultra-low friction in a dry condition (Part2)
～The influence of sliding conditions～

日本パーカー（正）*小林 健一 日本パーカー（正）柳 睦
Kenichi Kobayashi, Mutsumi Yanagi
Nihon Parkerizing Co., Ltd

1. はじめに

しゅう動部品には潤滑油やグリースなどが使用されることが多いが、これらの使用が制限される部品では、ドライ環境でのしゅう動において低摩擦性、耐焼付き性を発揮するコーティング皮膜が求められている。当社は、ドライ環境、高面圧条件のしゅう動試験において摩擦係数が 0.01 以下という超低摩擦で耐焼付き性に優れたコーティング皮膜開発し、昨年のトライボロジー会議で報告した。今回は、しゅう動条件がこの開発皮膜の性能に対してどのような影響を及ぼすかを報告する。

2. 実験方法

しゅう動試験は、Fig.1 に示す OPTIMOL 社製振動摩擦摩耗試験機 SRV5 型を使用した。各試験条件を Table1 に示す。供試材は、リン酸マンガン処理を施した後、その上層にスプレー塗布により開発皮膜を 10 μ m 形成した Disk 型 SRV 試験片を用いた。相手材はコーティング皮膜未処理の 10mm 球を用いた。しゅう動試験の試験モードは、全ての水準で往復しゅう動試験(オシレーション)とした。テスト No.1～5 の水準では荷重を 200N で固定し、ストローク 1,3,5mm、振動数 10,30,50Hz の組み合わせにおいて、摩擦係数が急上昇するまで試験を実施した。また、テスト No.6～8 の水準では、No.2 のしゅう動速度条件を固定し、荷重 10,25,50N において、試験時間を 60 分として実施した。全ての水準にて試験温度 70℃、潤滑油は使用せずにドライ環境で実施した。

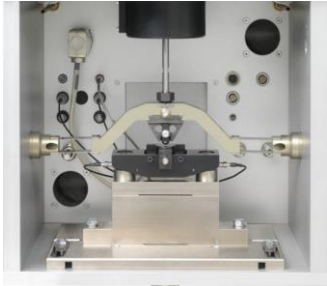


Fig.1 Photograph of the Sliding Testing Machine

Table1 Test Conditions

| Test No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------------|--|------|---------|---------|------|-------------|-------------|-------------|
| Type of Motion | Oscillation | | | | | | | |
| Coated Specimen | SUJ2 φ24mm×7.9mm Disk | | | | | | | |
| Uncoated Specimen | SUJ2 10mm Ball | | | | | | | |
| Load/Hertzian Pressure | 200N /2.7GPa | | | | | 10N /1.0GPa | 25N /1.4GPa | 50N /1.7GPa |
| Sliding Speed | 0.06m/s | | 0.18m/s | 0.30m/s | | 0.06m/s | | |
| Stroke | 1mm | 3mm | | | 5mm | 3mm | | |
| Frequency | 30Hz | 10Hz | 30Hz | 50Hz | 30Hz | 10Hz | | |
| Test Time | Until friction coefficient sharply increased | | | | | 60min | | |
| Temperature | 70℃ | | | | | | | |
| Lubricant | None (Dry Condition) | | | | | | | |

3. 実験結果

Fig.2,3 は縦軸にテスト No.1～5 のしゅう動試験における摩擦係数を、横軸にしゅう動距離及びしゅう動回数をそれぞれ示した。SRV 試験では横軸が試験時間となることが多いが、本試験ではしゅう動速度が異なっている水準同士を比較するため、横軸をしゅう動距離やしゅう動回数に換算した。

Fig.2 より、しゅう動速度が高い水準では、低い水準と比較し摩擦係数が急上昇するまでのしゅう動距離が長いことが分かった。この摩擦係数が急上昇するまでのしゅう動距離を耐久性とみなすと、開発したコーティング皮膜の耐久性は、しゅう動速度に依存することが分かった。また Fig.3 より、摩擦係数が急上昇するまでのしゅう動回数を耐久性とみなした場合も同様に、耐久性はしゅう動速度に依存する傾向が見られた。更に、Fig.4 に示すように、単にしゅう動速度に依存するだけでなく、しゅう動速度が等しい水準では、ストロークや振動数が異なるにもかかわらずしゅう動回数が等しくなるという非常に興味深い傾向も見られた。

これらの挙動を示すメカニズムについて、例えばしゅう動速度が高い場合は、しゅう動により消費されたコーティング皮膜の成分が系外へ排出され難く、その分皮膜処理した試験片や相手材に移着されること、しゅう動部に局所的な摩

擦熱が発生し、この熱によりトライボフィルムが形成されること、などが考えられる。

Fig.5 は縦軸にテスト No.2 及び No.6~8 のしゅう動試験における摩擦係数を、横軸にしゅう動回数を示した。この結果より、開発したコーティング皮膜の摩擦係数は、しゅう動時の面圧に依存し、面圧が高くなるに伴い摩擦係数が低下することが分かった。高面圧条件において低摩擦係数を発現する要因については、前報¹⁾でコーティング皮膜を分析した結果、結晶性のコーティング皮膜が面圧の上昇やしゅう動によって、徐々に非晶質で平坦な皮膜へと皮膜構造が変化していくためと推察している。

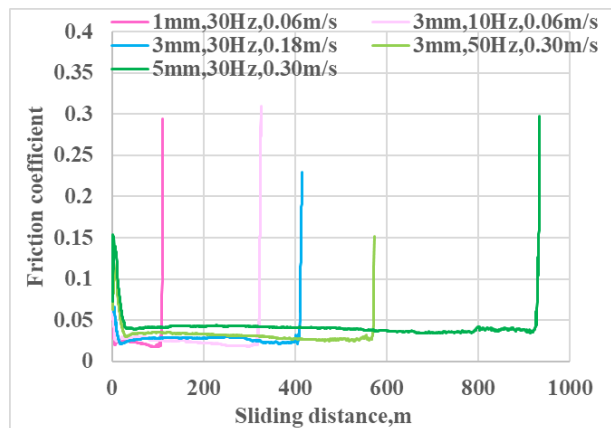


Fig.2 Friction Coefficient vs. Sliding Distance under Various Test Conditions

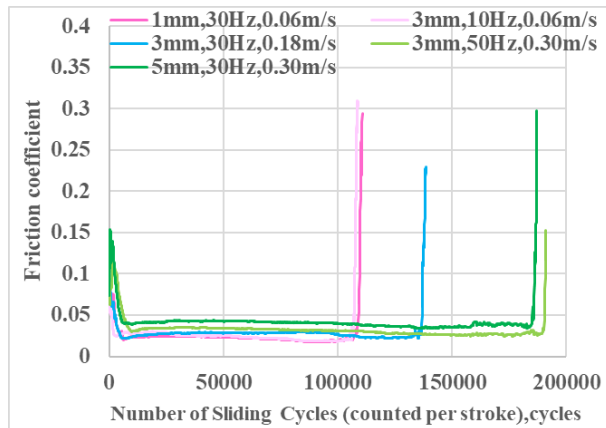


Fig.3 Friction Coefficient vs. Number of Sliding Cycles (counted per stroke) under Various Test Conditions

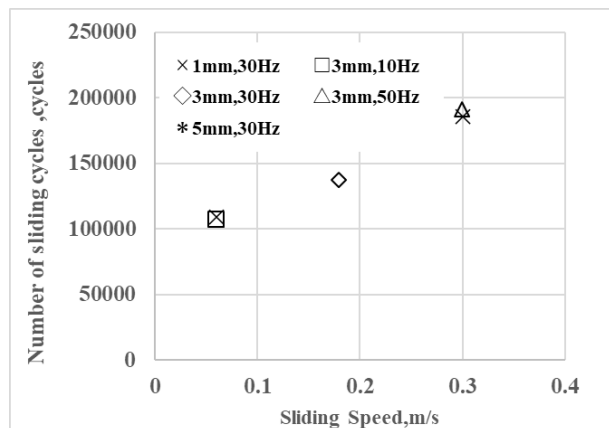


Fig.4 Number of Sliding Cycles vs. Sliding Speed under Various Stroke and Frequency Conditions

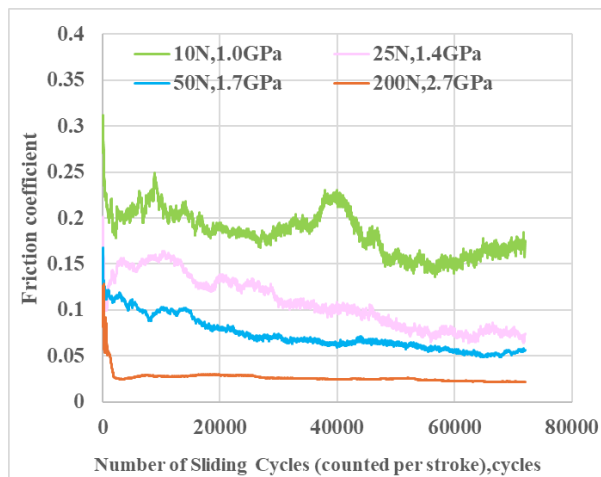


Fig.5 Friction Coefficient vs. Number of Sliding Cycles (counted per stroke) at Various Loads

4. おわりに

当社が開発した、ドライ環境、高面圧条件において超低摩擦で耐焼付き性に優れるコーティング皮膜について、しゅう動条件がこの開発皮膜の性能に対してどのような影響を及ぼすかを調査した。その結果、開発したコーティング皮膜の耐久性は、しゅう動速度に依存し、しゅう動速度が高くなるに伴い耐久性が向上することが分かった。更にこの耐久性をしゅう動回数でみた場合は、単にしゅう動速度に依存するだけでなく、しゅう動速度が等しい水準では、ストロークや振動数が異なるにもかかわらずしゅう動回数が等しくなる傾向も見られた。また、開発したコーティング皮膜の摩擦係数は、しゅう動時の面圧に依存し、面圧が高くなるに伴い摩擦係数が低下することが分かった。

文献

- 1) 小林・柳・今井：ドライ環境で超低摩擦を発現するコーティング皮膜、トライボロジー会議 2024 秋 名護、予稿集，(2024) 226-227