

ドライ環境で超低摩擦を発現するコーティング皮膜

Coating film that shows ultra-low friction in a dry condition

日本パーカー（正）小林 健一 日本パーカー（正）柳 瞳 日本パーカー（非）今井 康夫

Kenichi Kobayashi, Mutsumi Yanagi, Yasuo Imai

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（オイルレス）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、ドライ環境でのしゅう動において、市販の潤滑塗料と比較して超低摩擦で耐焼付き性に優れるコーティング皮膜開発したので報告する。更に、このコーティング皮膜のしゅう動特性を考察すること目的とした分析を実施したので報告する。

2. 実験方法

しゅう動試験は、OPTIMOL 社製振動摩擦摩耗試験機 SRV5 型(Fig.1)を使用した。しゅう動条件は、低面圧～高面圧の三段階で実施した。各試験条件を Table.1 に示す。分析試料は、分析面積を確保するため低面圧条件のシリンドラーを用いた。しゅう動前後のコーティング皮膜及び相手材は、EPMA による元素マッピングを行った。また、各試験荷重でのしゅう動痕について XRD 分析を行い、そのピークパターンから結晶構造変化を追跡した。

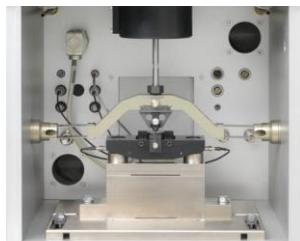


Fig.1 Sliding testing machine

Table.1 Test conditions

	Low surface pressure conditions	Medium surface pressure conditions	High surface pressure conditions
Type of motion	Oscillation		Rotation
Coating specimen	SUJ2 φ24mm×7.9mm Disk		
Non-coating specimen	SUJ2 φ15mm×6.5mm Cylinder	SUJ2 10mm Ball	
Load/Surface pressure	50～1000N / 0.2～0.9GPa	10～200N / 1.0～2.7GPa	50～2000N / 1.7～5.9GPa
Sliding speeds	0.25m/s(5mm,20Hz)	0.06m/s(3mm,10Hz)	0.14m/s(7.5mm,175rpm)
Temperature		50°C	
Oil		None (Dry condition)	

3. 実験結果

しゅう動試験結果を Fig.2～4 に示す。当社の開発したコーティング皮膜は、いずれのしゅう動条件においても市販の潤滑塗料と比較し、摩擦係数が低く耐焼付き性に優れる結果であった。また、両者の性能差は面圧が高くなるにつれ顕著となり、Fig.4 高面圧条件(1.7～5.9GPa)では、 μ が 0.01 以下という超低摩擦を発現した。特に高面圧条件下にて超低摩擦を発現していることから、高面圧でのしゅう動によりコーティング皮膜に何らかの変化が生じていると考え、各種分析を基に考察した。

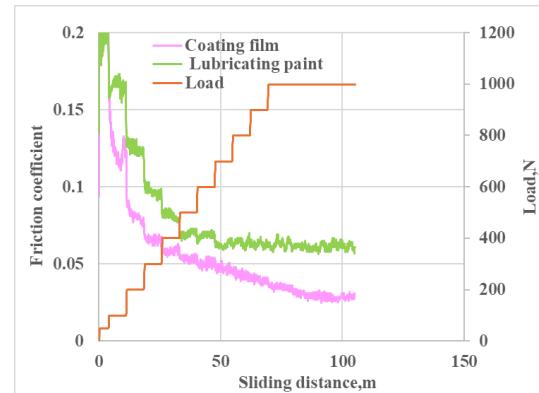


Fig.2 Coefficient of friction at low surface pressure conditions

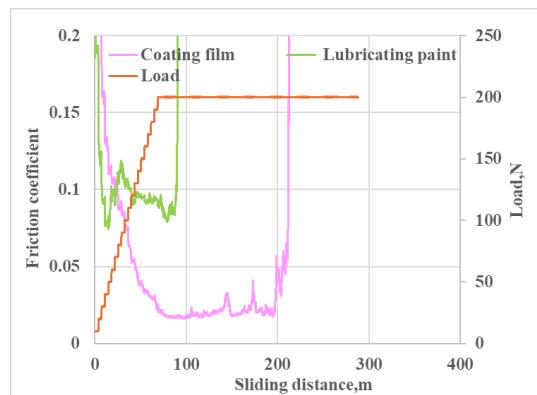


Fig.3 Coefficient of friction at medium surface pressure conditions

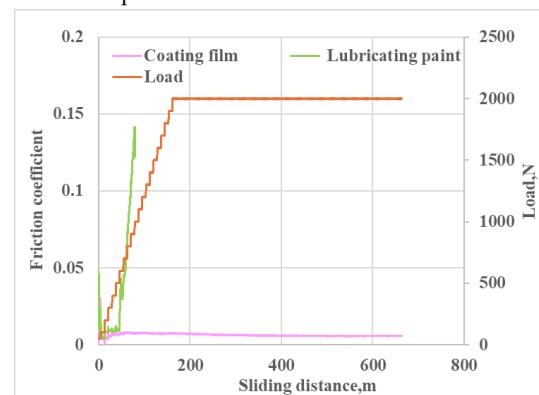


Fig.4 Coefficient of friction at high surface pressure conditions

Fig.5,6 に EPMA による SEM 像及び元素マッピング, Fig.7 に XRD パターンを示す。Fig.5 に示した相手材(シリンダー)の元素マッピングより、しゅう動によってコーティングの皮膜成分が移着することが明らかとなった。相手材への移着によって皮膜成分同士のしゅう動となるため、ドライ環境で低い摩擦係数を発現出来ていると推察される。Fig.6 に示したしゅう動前後のコーティング皮膜 SEM 像より、凹凸のあるコーティング皮膜がしゅう動後は平坦な外観に変化することが確認された。また元素マッピングにより、しゅう動後も皮膜成分が残存し試験片の素地を十分に覆っていることが確認された。Fig.7 に示した XRD パターンより、皮膜成分(図の破線部)のピークが試験前にはシャープであったのに対して、試験荷重の上昇によってブロードとなった。これらは、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変化していくことを示唆しており、ドライ環境で低い摩擦係数を発現出来ている一因と推察される。

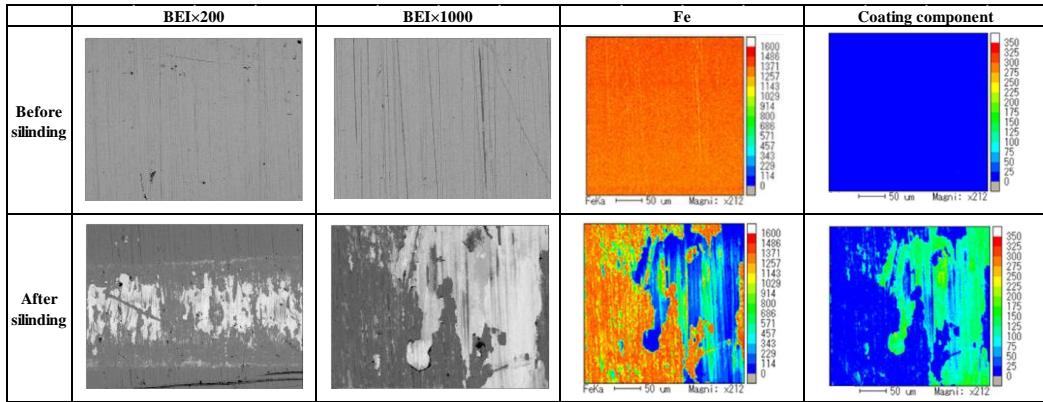


Fig.5 Elemental mapping of the cylinder before and after sliding

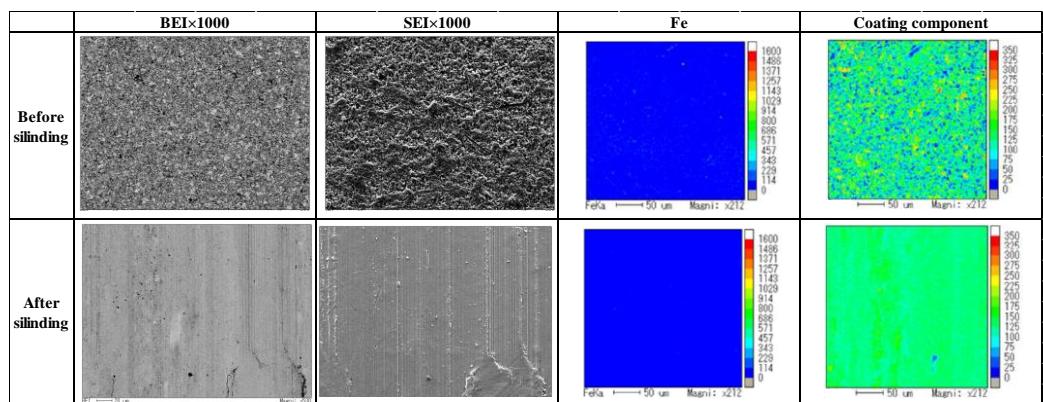


Fig.6 Elemental mapping of the coating film before and after sliding

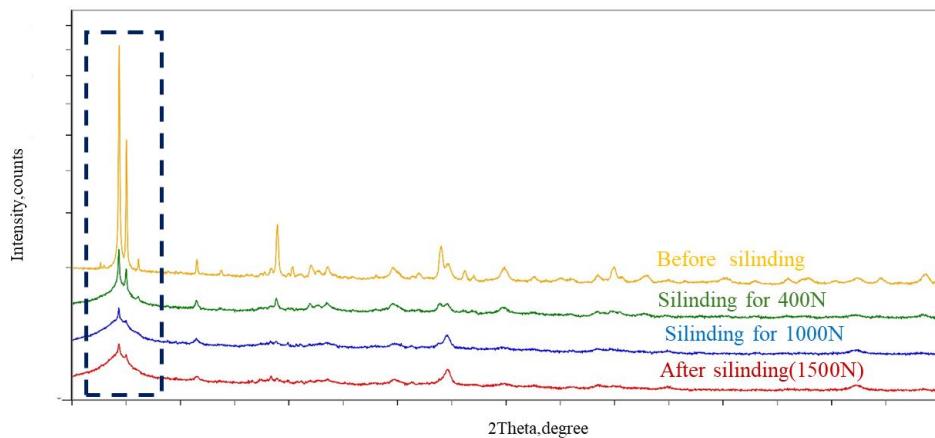


Fig.7 XRD patterns before and after sliding

4. おわりに

ドライ環境でのしゅう動において、市販の潤滑塗料より超低摩擦で耐焼付き性に優れるコーティング皮膜を開発した。このコーティング皮膜は、特に高面圧条件のしゅう動試験において μ が 0.01 以下という超低摩擦を発現した。各種分析により、このコーティング皮膜は、皮膜成分が相手材へ移着すること、及び凹凸がある結晶性の皮膜が、非晶質で平坦な皮膜へとシフトしていくことにより非常に優れた潤滑性を示すと推察している。