

## MoS<sub>2</sub> 及びマイクロセラミックナノ添加剤配合グリースのトライボロジー比較特性

Walter Wagner<sup>1</sup>, Arupanjana Mukherjee<sup>1</sup>, Shubrajit Bhaumik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wagner High Quality Lubricants, Germany.

Email: wagner@wagner-german-oil.com, arup@wagner-german-oil.com

<sup>2</sup>Tribology and Surface Interaction Research Laboratory, SRM Institute of Science and Technology, Kattanalathur, India 603203. Email: shubrajb@srmist.edu.in

### 概要:

本研究では、標準試験法である四球法トライボメータを使用し、MoS<sub>2</sub>及びマイクロセラミックナノ添加剤配合グリースのトライボロジー的特性を調査した。耐摩耗性試験は750N、1200rpmで実施され、ASTM D2596に従いグリースの極圧特性が調査された。耐摩耗試験での摩擦係数と摩耗痕はすべてのグリースで類似していることが観察されたが、マイクロセラミックナノ添加剤配合グリースは、MoS<sub>2</sub>グリースと比較し、より強化された極圧特性を示した。マイクロセラミック添加グリースの溶接荷重は8000Nと5000N、MoS<sub>2</sub>グリースの溶接荷重は4000Nであり、マイクロセラミックナノ添加剤添加グリースは、MoS<sub>2</sub>グリースよりも耐荷重性が優れていることを示している。

### 1. はじめに

Wagner German Oilsが供給するグリースのトライボロジー特性を理解するために、四球法トライボメータを使用し、耐摩耗性テストと極圧テストを実施した。グリースにはMoS<sub>2</sub>添加剤とマイクロセラミック添加剤が含まれており、実験室条件下での高負荷でのグリースのトライボロジー挙動をよりよく理解するため、750Nで耐摩耗性試験が実施された。さらに、極圧試験はASTM D2596規格に従い実施された。

#### 1.1. 高負荷時のグリースの耐摩耗性の調査

Wagner German Oilsが提供するグリースの耐摩耗性試験は、四球法トライボメータを使用して調査され、テスト中は750Nの通常の負荷が適用された。また4番目のボールを1200rpmで回転させ、各テストを3回繰り返した。各テスト時間は7200秒、テストで使用されたボールはAISI52100鋼球 (58-60Rc) で、ボール容器の温度は75°Cだった。テストを開始する前に、各ボールをヘキサンを使用し洗浄後、乾燥させた。図1(a)と図2(b)は、耐摩耗性試験の結果を示している。

摩擦係数と摩耗痕の直径はすべてのグリースでほぼ同じだが (図1aと図1b)、MoS<sub>2</sub>グリースは摩擦試験中にいくつかのピークを示し (図1c)、表面と表面の接触 (油膜切れ) の可能性を示している。LI200およびLI400の場合も接触している (油膜切れ) 可能性はあるが、ピークは観察されなかった。さらに、MoS<sub>2</sub>とLI200の場合のボールの摩耗痕の表面には深い溝が見られるが、LI 400では深い溝がほとんどなく (図2)、一番安定した油膜を持つ長所となっており、続いてLI200そしてMoS<sub>2</sub>グリースの順となっている。

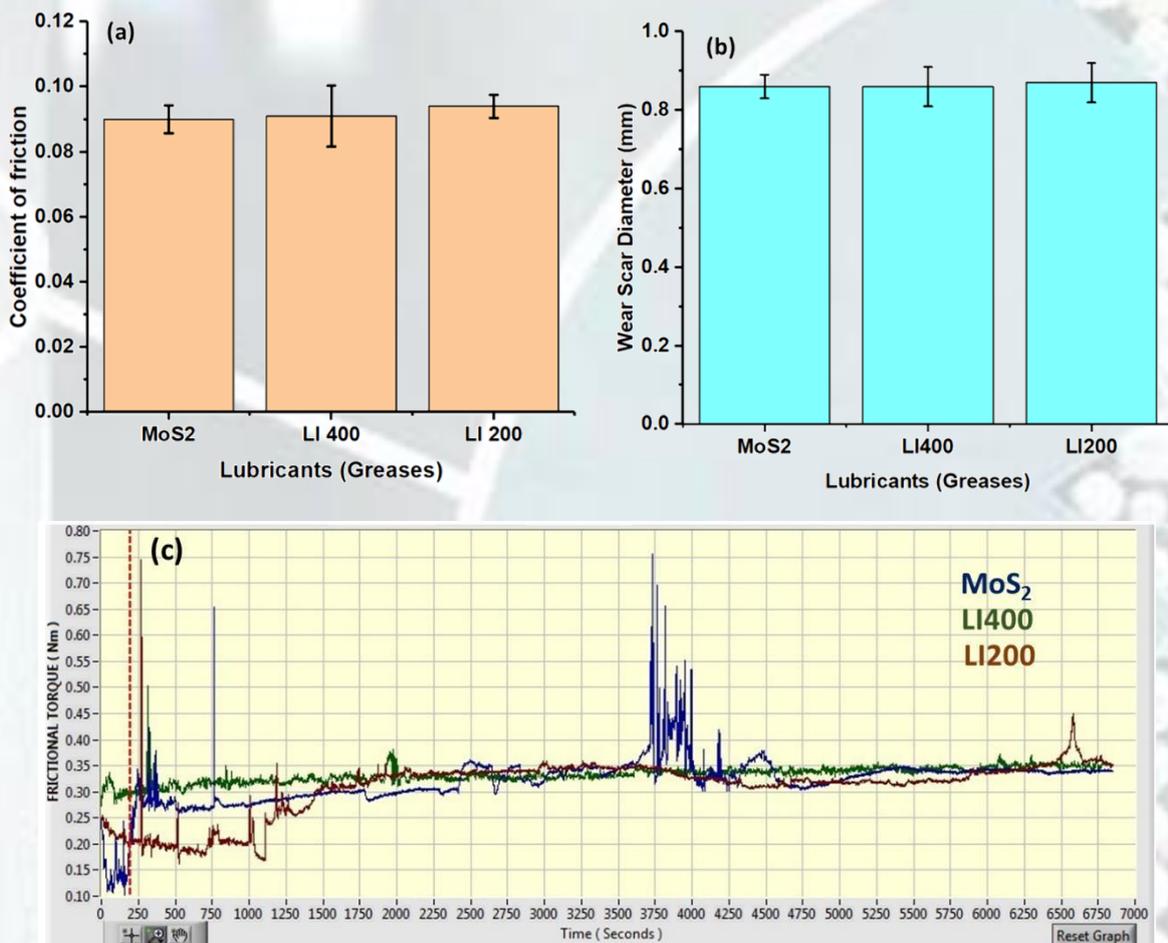
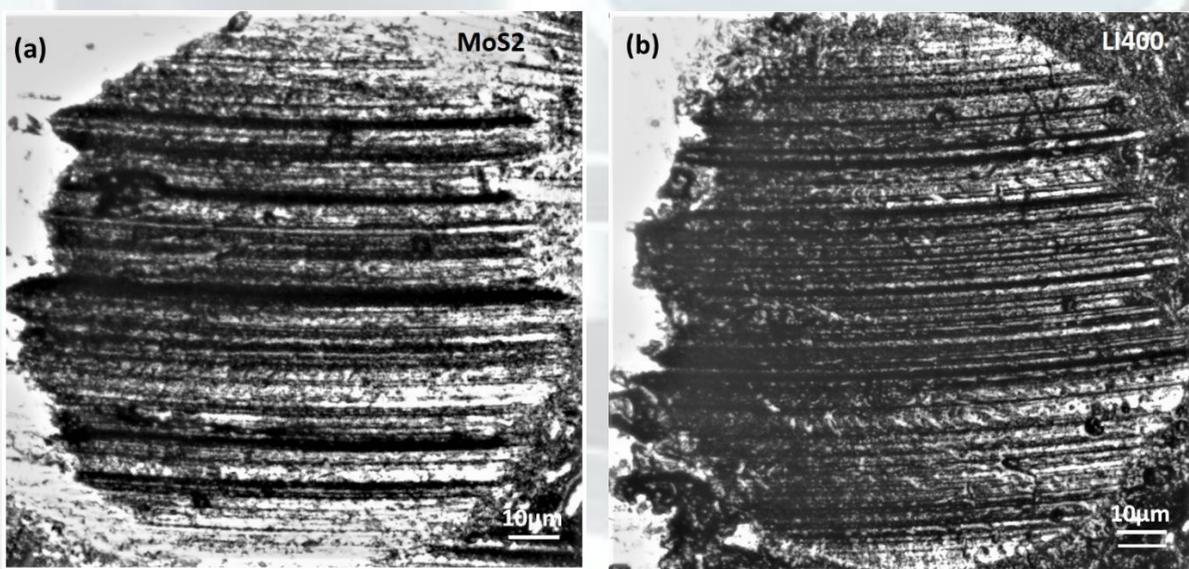


図 1 : (a) 耐摩耗性試験後のグリースサンプルの平均摩擦係数 (b) 耐摩耗性試験後の固定 AISI 52100 ボールの平均摩耗痕径 (c) 耐摩耗性試験の典型的なグラフ



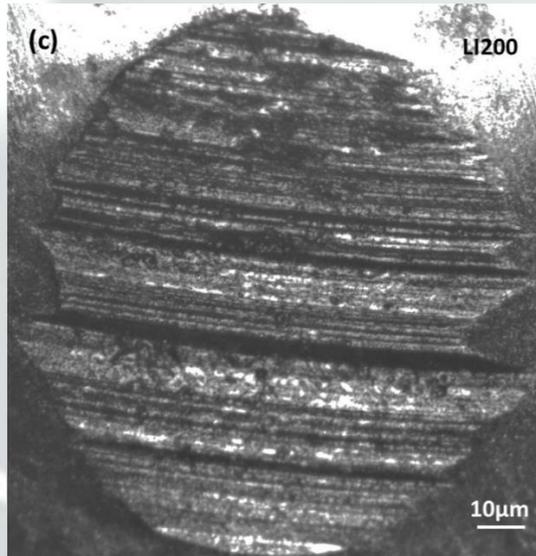
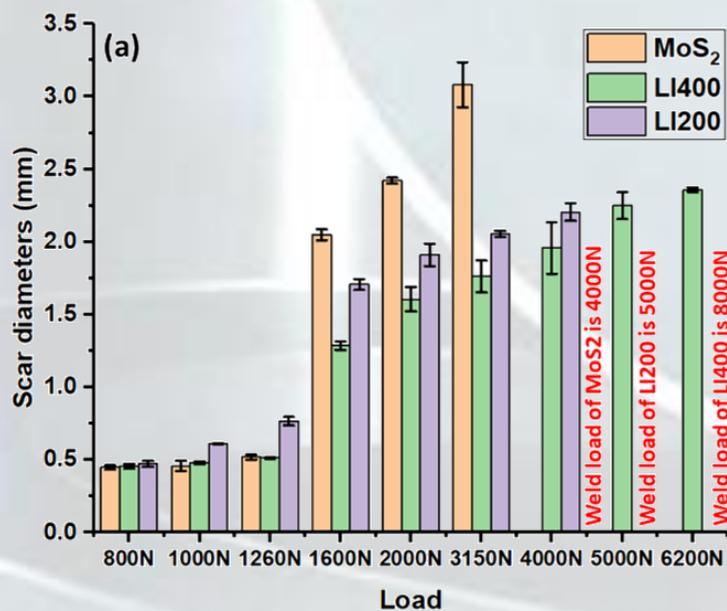


図2：耐摩耗試験後の摩耗痕の直径の光学画像 (a) MoS<sub>2</sub> (b) LI 400および (c) LI 200

### 1.2 グリースの極圧特性

極圧試験は、ASTM2596に従って実施された。4番目のボールを1770rpmで回転させ、他の3つのボールは周囲温度でボール容器内に固定した。各試験後、光学顕微鏡を使用して摩耗痕を測定し、テストは3回繰り返され、その摩耗痕の平均が図3に示されている。最後の最大非焼付荷重 (LNSL) と溶接荷重 (WL) が興味深く、溶接荷重が4000NのMoS<sub>2</sub>グリースと比較し、LI400とLI200の溶接荷重はそれぞれ8000Nと5000Nであることが観察された。さらに、LI400の場合の最大非焼付荷重は、LI200 (1260N) およびMoS<sub>2</sub>グリース (1260N) と比較して多く、(1600N) という数値になっている。LI 400の場合の最大非焼付荷重と溶接荷重が高く、3つの潤滑剤の中で最も耐荷重能力が優れていることを示している。



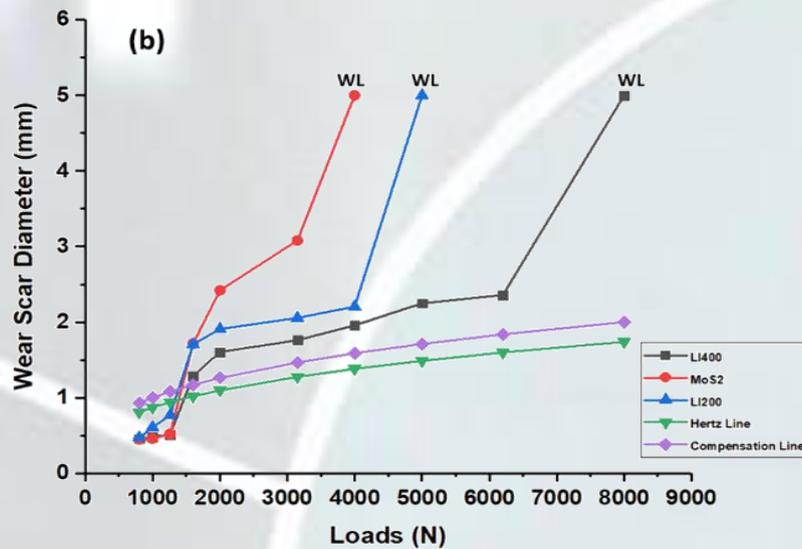


図 3 (a) 極圧試験中の摩耗痕径と荷重の関係 (b) 最大非焼付荷重

## 2. 終わりに:

本研究は、以下のポイントを示している:

- i. 四球ボールでの摩擦試験後の摩擦係数と摩耗痕の直径は、750N、1200rpm、75°Cで類似しており、MoS2とマイクロセラミックナノ添加剤配合グリース (LI400とLI200) いずれのグリースの摩耗痕にも大きな表面損傷は見られなかった。
- ii. LI 400の溶接荷重は8000Nで、次にLI 200 (5000N) とMoS2グリース (4000N) が続き、また、LI 400 (1600N) の最大非焼付荷重負荷は、LI 200 (1260N) およびMoS2 (1260N) よりも高かった。
- iii. LI400およびLI200の溶接荷重が高く、MoS2グリースよりも耐荷重能力が優れていることを示している。
- iv. マイクロセラミックナノ添加剤配合グリース (LI200およびLI400) のトライボロジー特性の向上は、セラミックナノ添加剤が安定した摩擦膜を形成し、嵌合ペア間の直接接触 (油膜切れ) から保護される、と述べている他の研究者の報告と一致している。

参照:

1. Shubrajit Bhaumik, Behanan Roy Mathew, Shubhabrata Datta, 2019, Computational intelligence-based design of lubricant with vegetable oil blend and various nano friction modifiers, Fuel, 241, 733-743.
2. Shubrajit Bhaumik, Swati Dey, S.D. Pathak, Shubhabrata Datta, 2019, Artificial intelligence based design of multiple friction modifiers dispersed castor oil and evaluating its tribological properties, Tribology International, 140, 105813.