

平行平面すべり軸受のなじみ過程における運転パターンと負荷容量変化の関係
Relationship between Operating Pattern and Load Capacity Change
under Running-In Process of Parallel Sliders

名工大（院）*小西 洸太郎 名工大（正）劉 曉旭 名工大（正）前川 寛 名工大（正）糸魚川 文広
Kotaro Konishi*, Xiaoxu Liu*, Satoru Maegawa*, Fumihiro Itoigawa*
*Nagoya Institute of Technology

1. 緒 言

一般に、機械しゅう動面では初期の運転期間中に接触の状態が改善され、以降の運転期間中における潤滑性能が向上する。この現象をなじみと呼び、マクロなくさび形状を持たない平行平面すべり軸受においてもなじみ運転を行うことで、流体潤滑性能が向上し摩擦特性が改善されることが知られている。これは、なじみ過程において、弾性変形によりエッジ部が選択摩耗することで面だれ形状が形成され、その後は負荷容量の増加により接触面が均等に摩耗することで粗さが均一化されるためである。すなわち、なじみ運転を通して形状と粗さが変化することで潤滑性能が向上している訳であるが、なじみ中の形状や粗さ変化またはなじみ条件の最適化について詳しく調査した研究事例は少ない。そこで本報では、なじみ過程における運転パターンを変化させることによりなじみ中の形状および粗さを変化させ、なじみ過程における摩擦係数にどのような変化が現れるかを調査した。

2. 実験装置および実験方法

2.1 実験装置

試験機の外観図を Fig. 1 に示す。上部サーボモータの回転がカップリングと回転体を介して試験片へと伝えられ、下部の動力計により摩擦力を測定する。荷重は上部試験片に錘を取り付け死荷重として与えられ、安定した低面圧接触状態を作り出している。本試験で用いた試験片の諸元を Table 1 に示す。材質は上試験片を S45C、下試験片を FC300 とし、上試験片は直径 8 mm の 6 本のピンが円周上に等配置され、Ring 状の下試験片を摩擦することで片当たりを防ぐ構造となっている。潤滑油として、パラフィン系無添加鉱油(ISO VG68)にオレイル酸性リン酸エステル（OLAP）を 1.0 wt%で添加したものを用いた。

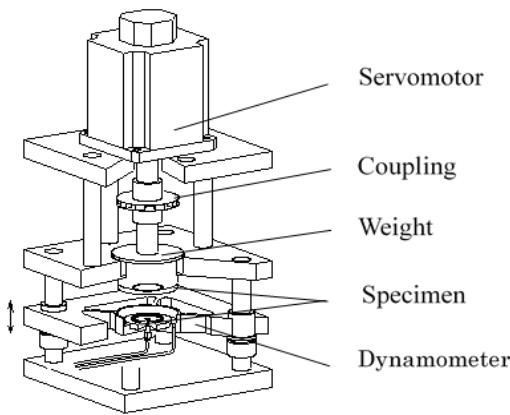


Table 1 Specifications of specimens

Specimen	Upper	Lower
Material	FC300 (JIS)	FC300 (JIS)
Heat treatment	-	Quenching
Hardness	345 HV	750 HV
Dimension of sliding surface, mm	φ 8 (6 pins)	φ 96 (External) φ 80 (Internal)
Roughness, μm	Rzjis 3.0~3.5	Rzjis 3.0~3.5

Fig. 1 Schematic of experimental apparatus

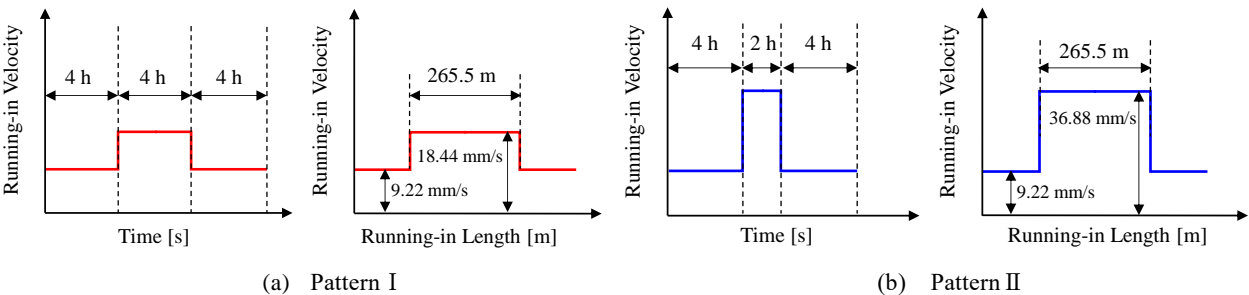


Fig. 2 Schematic of operation pattern

2.2 なじみ運転条件

なじみ運転時の面圧は 0.31 MPa で一定とした。混合潤滑域の中で最も摩擦係数が高い速度条件である 9.22 mm/s で 16 時間なじみ運転を行う通常なじみ運転に加えて、2 種類の運転パターンでなじみ運転を行った (Fig. 2 参照)。パターン I では、最初に通常の一定速度によるなじみ運転を行った速度である 9.22 mm/s で 4 時間なじみを行い、続いて 18.44 mm/s で 4 時間なじみを行った後に、再度 9.22 mm/s で 4 時間なじみを行う。パターン II では、最初はパターン I と同様に 9.22 mm/s で 4 時間なじみを行い、その後の速度はパターン I のなじみ速度の 2 倍である 36.88 mm/s とし、高速度域のなじみ距離を揃えるためになじみ時間は半分の 2 時間とした。その後のなじみ条件はパターン I と同様である。なじみ運転中は混合潤滑域であることから、負荷容量が荷重分担を行っているため、摩擦係数の推移で負荷容量を評価する。

3. 実験結果および考察

Fig. 3 に各運転パターンでなじみ運転を行った場合におけるなじみ距離にともなう摩擦係数の結果を示す。まず、なじみ初期は急激に摩擦係数が低下しある変化率に落ち着いており、河鱈ら¹⁾が述べているようになじみ初期に面だれ形状が形成されその後は形状が変化せず一様に摩擦が進行し、粗さがトランケートされていることが読み取れる。続いてパターン I、II について速度を上げた過程でどちらのパターンも摩擦係数が低下していることが分かる。これは境界潤滑域から混合潤滑域に遷移したことによる摩擦係数変化である。再度、低速でなじみを行うと各運転パターンで摩擦係数が大きく異なっていることが分かる。パターン I では低速に戻した際の最初の摩擦係数は初めに行った低速なじみの際の最後の摩擦係数よりもわずかに低下しており、それとは逆にパターン II ではわずかに増加した摩擦係数からなじみが始まっている。また、その後の摩擦係数の変化ではパターン I よりもパターン II の方が摩擦係数の変化率が大きくなっている。従って、初期のなじみ過程ではなじみ過程が同じであるため負荷容量の変化が同じであるが、途中で異なるなじみ過程を行うことで負荷容量変化が異なり、再度初期のなじみ条件に戻した際の負荷容量が異なっていることが分かる。

続いて通常の一定速度でなじみを行ったパターンとの比較を行うと、初期のなじみ時の摩擦係数の推移はどのパターンも同じであるが、各パターンによりなじみ速度が変化した後と同じ速度のなじみ過程に戻ると、摩擦係数が増加していることが分かる。

以上をまとめると、少なくとも本実験の範囲では、なじみ過程における速度の変化は摩擦係数の悪化を引き起こすことがわかる。ただし、すべての条件下で摩擦係数は減少し続けていることから、よりなじみ時間を延ばして収束するまで観察すれば最終的な結果は異なる可能性がある。今回の結果で明らかになった通り、同一接触荷重下で同一距離を摺動させた場合でも、最終的な摺動面形状 (粗さやクラウニング特性) は異なるものになる。例えば、なじみ中の運転パターンをうまく調整することで、同一速度、同一荷重でなじみを行った場合よりも優れた摩擦特性を得られる可能性があるのではと期待できる。例えば、初期は低速度で強いクラウニングを作り、その後高速度で軸受中心部を平滑化させる、などが考えられる。今回の実験ではすべり距離が不足しており、摩擦係数が収束するまでの経過を見られておらず、引き続き実験による調査を行う予定である。

4. 結 言

本報では異なる運転パターンでなじみ運転パターンでなじみを行うことで、なじみ過程における形状および粗さの変化と負荷容量変化の関係を調査した。その結果、運転パターンに従って異なる摩擦特性が現れることが明らかとなった。今回の実験範囲では、すべり距離が不足しており、摩擦係数の値が収束する (なじみが完全に完了する) までの結果を見られておらず今後の検討が必要であるが、なじみ過程における運転プロセスの違いが最終的な摩擦特性に強く影響することが示唆された。

謝 辞

本件は愛知県が公益財団法人科学技術交流財団に委託し実施している「知の拠点あいち重点研究プロジェクト第 IV 期 (第 4 次産業革命をもたらすデジタル・トランスメーション (DX) の加速)」の研究成果である。

文 献

- 1) 河鱈, 吉田, 糸魚川, 中村: トライボロジスト, 55(2), (2010) pp.111-119.

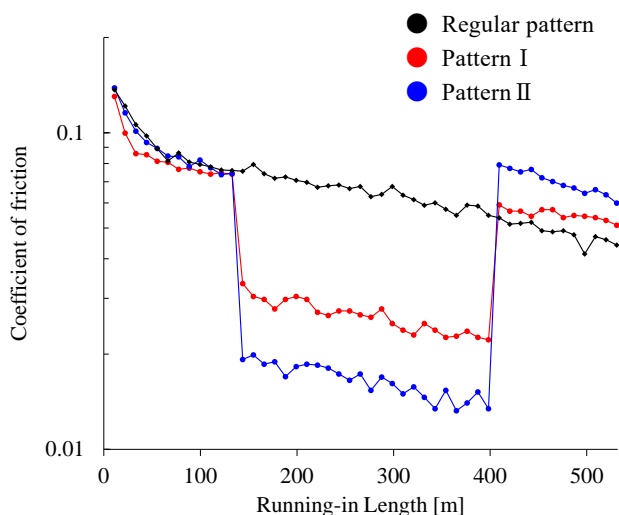


Fig. 3 Coefficient of friction during running-in