

直動ガイド用保持器の挙動に関する研究

千葉工業大学 ○池田洸司 ◎大関浩 菊地賢治

要旨

直動ガイド試験において稼働中に保持器の波打ち現象が確認された。この現象は転動体との接触によるものと考えられ、この現象を解明することで直動ガイドの運動精度の向上や寿命の延長のきっかけになると期待できる。本研究では稼働中の直動ガイド内の保持器の回転動作から保持器が転動体に与える影響を明らかにすることを目的とする。本報告ではグリースの種類による保持器の回転量が異なることを確認したので、その結果を示す。

1. 緒言

工作機械の精度は案内面に使われる機械要素の性能によって大きく左右され、摩擦関連の問題に起因する位置決め精度や案内精度が重要になる。そのため、今までは高剛性、減衰性に優れるなどの理由で使われてきたすべり案内に代わり、低摩擦な直動転がり案内が導入されるようになってきた。しかし、直動転がり案内は転がり軸受に比べて歴史が浅くまだ解明されていない現象が多いため、機械の高精度化が進んだ現代に対応するために研究の必要性が高まっている。

筆者らの研究にて、直動ガイド試験装置の稼働中の様子を観察していたとき、図1のような保持器の連結部が上下に波打つ現象が観察された。本研究ではこの現象が起きる原因及び転動体に与える影響を調べ、直動ガイドの精度向上並びに寿命延長に役立てられるかを検討することを最終目的としている。

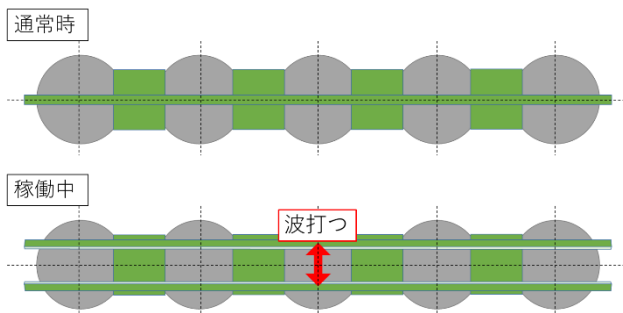


図1 保持器の波打ち現象

2. 実験装置

直動ガイドは構造上、転動体の挙動を直接観察することができない。そのため、図2に示すような実験装置を用いる。この装置は、直動ガイドのレールを軌道面が向かい合うように上下に配置し、その間に転動体を挟むことで、実際の直動ガイドにおける転動体とレールの接触状態と同等のものを再現している。転動体には装置上部にある荷重用ボルトから皿ばねを介して荷重を加えることができ、装置と連結されたスライダユニットによって上レールをストロークさせることで転動体と保持器をストロークさせることができる。

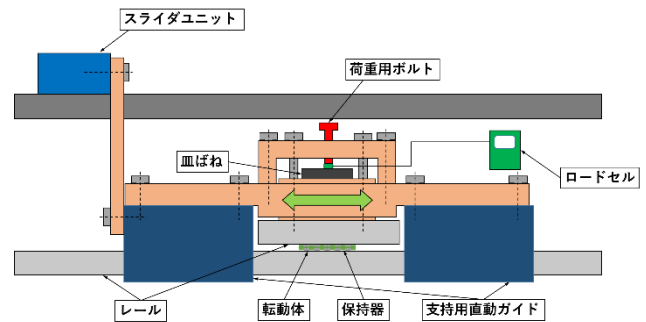


図2 実験装置概略図

3. 実験方法

実験は転動体と保持器をレールに挟んだ状態で左右にスライダユニットを動かして条件ごとに実験を行う。実験は転動体列を高速度カメラで撮影し、その画像を解析することで、保持器の1ストロークごとの回転角度及び、初期位置にて保持器が初期状態からどれだけ回転したかを観察する。実験条件を表1、使用したグリースの諸元表を表2に示す。

表1 実験条件

荷重	ストローク速度 [mm/s]	ストローク数 [-]	転動体の自転角度 [°]	グリース
579	180	240	30	A
				B
			60	A
				B
			120	A
				B

表2 グリース諸元表

グリース	グリースA	グリースB
増ちょう剤	特殊ウレア	リチウム石鹸
ちょう度	460	235
滴点[°C]	180	205
基油動粘度[mm/s]	114	26

4. 結果

図4に1ストロークずつの保持器の回転角度を10ストロークまで、図5に初期位置での保持器の角度の変化を240ストロークまで示す。これらのグラフは図3に示すように保持器の連

結部が観察している方向から見て上に移動する場合を正、下に移動する場合を負とし、縦軸に保持器の移動量から算出した回転角度、横軸にストローク数をとっている。

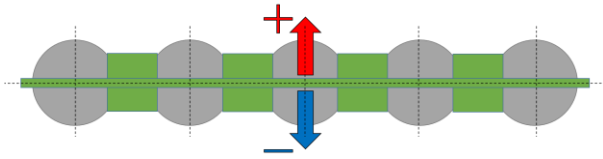


図 3 保持器の回転方向

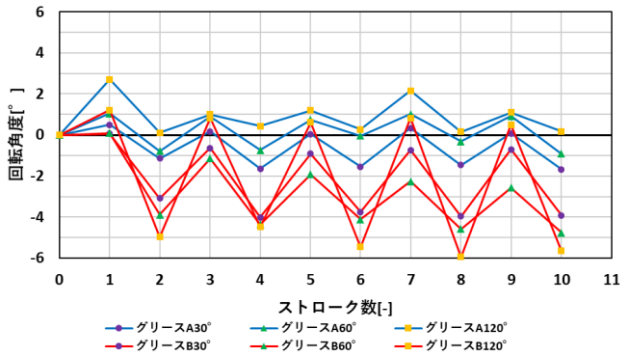


図 4 10 ストロークまでの結果

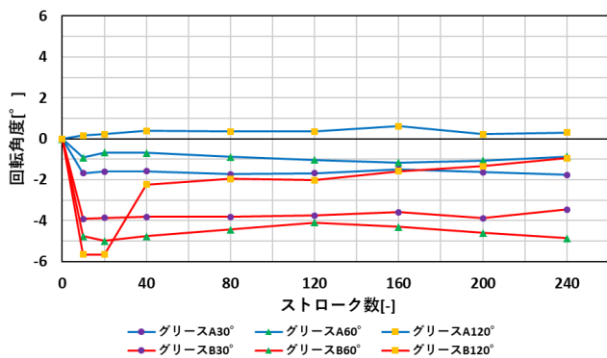


図 5 240 ストロークまでの結果

図 4 よりグリース A とグリース B では、グリース B を使用した実験で 1 ストロークあたりの保持器の回転角度が大きくなった。また、1 ストロークあたりの平均回転角度はグリース A を使用した実験では自転角度 30° で 1.55°、60° で 1.39°、120° で 1.42° となり、グリース B を使用した実験では 30° で 2.77°、60° で 2.30°、120° で 5.53° となり、転動体の自転角度の違いが保持器の回転角度に与える影響については傾向が見られなかった。

図 4、図 5 より保持器の初期位置での状態はグリース B 自転角度 120° での実験を除いて保持器はストロークが始まると概ね同じ位置で回転しており、安定していることがわかる。それに対しグリース B 自転角度 120° では一度 -6° 付近まで変化した後、20~40 ストロークの間に -2° 付近まで戻り、それ以降徐々に角度が 0 に近づいていくといったように保持器の初期位置での状態に安定した様子は見られなかった。

5. 考察

実験の結果、転動体の自転角度及びグリースの種類によらず保持器が回転していることが確認できた。このように保持器が回転する理由として片当たりしていることが考えられる。グリースの分布や保持器の精度によって保持器と転動体の接触状態に偏りが発生し片当たりしていれば図 6 に示すように左右で摩擦力に差が生じるため、トルクが発生し、保持器が回転する。

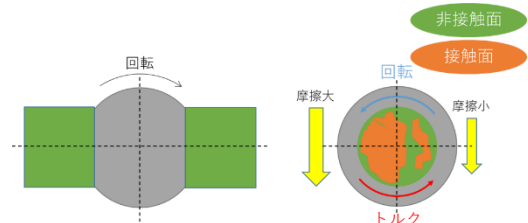


図 6 保持器と転動体の片当たり

また、すべての実験において奇数ストロークで上方方向に移動し、偶数ストロークで下方方向に移動したことから、保持器の中心と転動体の中心にずれが生じている可能性も考えられる。

グリース A と比べて稠度の低いグリース B を使用した実験での 1 ストロークあたりの保持器の回転角度が大きくなるという結果が得られた。この理由としてグリースの硬さによってグリースが均等に広がりづらくなり保持器と転動体の接触状態に偏りができやすいことや、グリースの粘性による抵抗が大きくなることなど考えられる。これらが保持器の挙動を大きくし、グリース B での実験で保持器の挙動が大きくなったと考えられる。

また、グリース B 自転角度 120° での実験でのみ保持器の挙動が安定しなかった原因として軌道面から押し出されたグリースが転動体に付着し、保持器まで到達することで保持器と転動体の接触状態が常に変化していたことが考えられる。他の条件では影響が見られないのは自転角度 30° 及び 60° では軌道面から押し出されたグリースは保持器まで到達しないため、影響が出ず、グリース A 自転角度 120° では図 4 にて保持器の回転角度に差があることから接触状態に変化はあるものの小さいため、挙動が不安定になるほどの影響はなかったと考えられる。

6. 結言

本実験にて直動ガイドの稼働中に保持器が回転運動していることが確認できた。加えて、保持器の回転の大きさはグリースによる影響を受けるという結果が得られた。しかし保持器が回転する明確な原因の解明には至らず、精度向上及び寿命延長について検討できなかったため、今後も検討の余地がある。

7. 謝辞

実験を行うにあたり、グリースの提供をくださったリューベ株式会社様、保持器の提供をくださった THK 株式会社様、装置部品の提供をくださったオザック精工株式会社様に感謝申し上げます。