

微小ストローク運動における直動ガイドの給油方法の開発

千葉工業大学 ○大野裕美、毛塚涼太、◎大関浩

要旨

通常微小ストロークを行う直動ガイドの転動体は、潤滑油の供給位置であるエンドプレートまでたどり着かず潤滑不足となる。本研究ではレールとキャリッジの間の隙間を利用し、効率的な潤滑剤の供給を行うことを目的として、多孔質材を使用して潤滑剤の拡散の様子を観察した。その結果、グリースのちょう度と拡散には相関があり、また多孔質材の穴径のばらつきが少ない方が拡散に向いている傾向が見られたため、ここに報告する。

1. 諸言

近年、私たちの身の回りは様々な機械製品が使用されている。それらの機械製品は今やなくてはならないものとなっており、工作機械や産業用ロボットなどによって製造されている。これらの産業機械の性能向上は必要不可欠であり、高速化はもちろん、高精度、長寿命など様々なことが求められている。この性能を支えている要素の一つに機械部品である直動ガイドがある。直動ガイドは通常キャリッジの両サイドにあるエンドプレートから潤滑油を供給している。しかし微小ストローク運動を行っている直動ガイドでは転動体が潤滑油を補充することができない。そのため現状はキャリッジに直接穴を開ける等の方法で潤滑油を供給している。直動ガイド内の転動体は転がり運動を行う中でスピン運動を同時に行っていることが確認されている。そのため、その不規則なスピン運動を活用して潤滑油を拡散できるのではないかと考えたが、先行研究によりすべての負荷領域の転動体に拡散することは難しいということが確認できた。そのため微小ストローク運動でもすべての転動体に潤滑油を拡散するため、図1のような構造を考案した。キャリッジとレールの隙間を利用して多孔質材を入れ、そこに潤滑油を保持させることで新たな給油方法を開発することを目的としている。

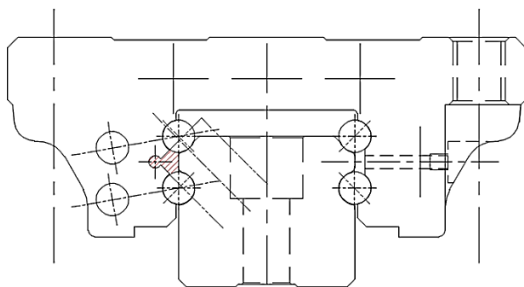


図1 考案した直動ガイドの構造比較

2. 実験装置

図2に実験装置を示す。本実験装置は潤滑剤の多孔質材への拡散の様子を観察することを目的として作成した。上板と中板、底板の3枚のアルミニウム板を2本のボルトで固定し、装置の側面にガラス板をM5のボルト8本で固定している。装置の上にシリンダーから潤滑油を供給するためのチューブ継手を接続している。

使用する多孔質材は3種類で図3に示す。それぞれ発泡ウレタンA、発泡ウレタンB、フィルター-SFC200で、それぞれの多孔質材の空間容積測定した結果を表1に示す。使用する潤滑剤は3種類のグリースと1種類の潤滑油である。グリースの仕様を表2に示す。使用した潤滑油は動粘度が71 (40℃・mm²/s)である。それぞれの潤滑剤に蛍光添加剤を推奨添加量であ

る0.2 (vol%) 滴定し、ブラックライトを照射することで観察する。



図2 実験装置



図3 使用した多孔質材

表1 多孔質材の空間容積

多孔質材	発泡ウレタンA	発泡ウレタンB	フィルター-SFC200
空間容積 (%)	86.781	74.532	69.643

表2 グリース仕様

	グリースA	グリースB	グリースC
増ちょう剤	特殊ウレア	リチウム石鹸	
混和ちょう度	460	250	235
滴点 (°C)	180	190	205
基油動粘度 (mm ² /s)	114	26	

3. 実験方法

本実験では上板と底板の間に多孔質材をはさみ、シリンジで潤滑剤を0.2mLずつ滴定して拡散の様子を観察する。滴定1回ごとに、撮影し画像編集ソフトImageJを用いて拡散した長さや面積を解析する。それらのデータを比較し関係性を解明する。測定中の写真を図4に写真を示す。

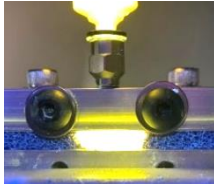


図4 拡散の様子

4. 実験結果及び考察

図5～図7に各多孔質材にそれぞれのグリースを0.2mLごと、計1.0mL滴定したときのグリースの広がりやを、グリースA、グリースB、フィルター-SFC200の順に図8から図10にその時の様子を示す。

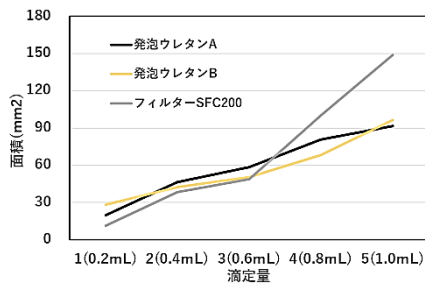


図5 グリースA

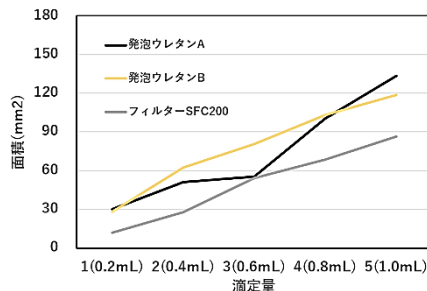


図6 グリースB

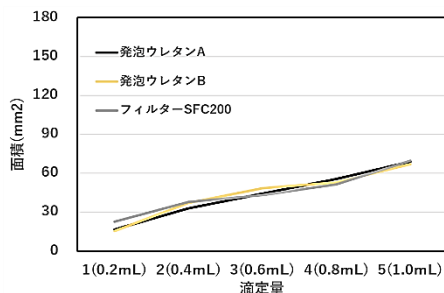


図7 グリースC

図5と図8よりグリースAでは3種類の多孔質材の中でフィルター-SFC200が最も拡散されやすいことがわかった。これは空間容積が最も小さいため、空間が少なく横に広がりやすいことが原因であると考えられる。

図6と図9よりグリースBでは3種類の中で発泡ウレタンBとフィルター-SFC200において、1回目の滴定から比例して拡散していることが確認できた。だが、写真のようにグリースが多孔質材内部まで拡散されず押しつぶされた状態であった。一方、発泡ウレタンAでは0.6mLから比例していることが確認できた。これは底板にグリースが拡散するまでは注入する方向に拡散し、その後は横方向に拡散するためだと考えられる。

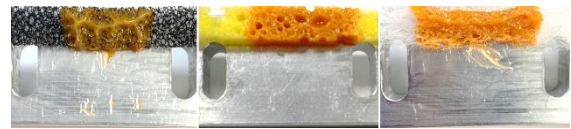


図8 グリースA 1.0mL 滴定



図9 グリースB 1.0mL 滴定



図10 グリースC 1.0mL 滴定

図7と図10よりグリースCでは、グラフでは3種類の多孔質材であまり違いが確認できなかったが、発泡ウレタンAにおいては若干量が内部まで染み込んでおり、ガラス面に偏りが生じていた。だが、発泡ウレタンBとフィルター-SFC200においては多孔質材の内部まで到達せず、上板と多孔質材間で溜まっていた。これはちょうどが低いためであり、浸透せずはみ出る量はどれも大きく変わらないためこのような結果になったと考える。

加えて潤滑油を0.2mLずつ1.4mL滴定したときの拡散の様子を観察した。結果を図11に、その様子を図12を示す。

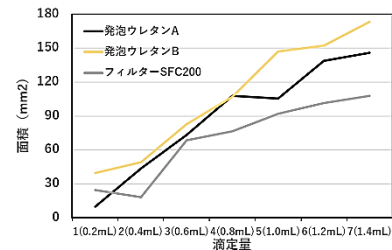


図11 潤滑油



図12 潤滑油 1.4mL 滴定

図11と図12より潤滑油では拡散の様子が確認できたが、発泡ウレタンAでは保持力が小さく内部に拡散した潤滑油のほとんどが漏れ出していたことが確認できた。また、発泡ウレタンB、フィルター-SFC200では内部まで拡散し、多孔質材の中に保持されていた。しかしフィルター-SFC200では発泡ウレタンA同様周りに多く染み出しており、保持力が小さいことが確認できた。

5. 結論

グリースはちょうどが高いものの方が拡散しやすく使用目的には適していることが確認できた。潤滑油は拡散しやすいが、多孔質材では保持力が得られずすぐに流出してしまうため、使用目的には適していないことが確認できた。加えて本実験では用いた3種類の多孔質材の中では発泡ウレタンAがすべてのグリースで拡散の様子が観察できた。これらより空間容積が大きく、空間が均等である多孔質材がグリースの保持力及び拡散には適していることが確認できた。今後は圧力を加えた時に変形の少ない発泡金属などを用いて潤滑剤の拡散の様子を観察する必要がある。

6. 謝辞

本実験を行うにあたり、オザック精工株式会社ならびにリュウベ株式会社にご協力いただいた。感謝申し上げます。