

C-12

ポリマーブレンドを用いた材料の摩擦摩耗に関する研究

Research about friction and wear of material using polymer blend

○久保田智也¹, 高橋博正²*Tomoya Kubota¹, Hiromasa Takahashi²

Abstract: This study investigates tribological characteristics of the bearing material made by polymer. The bearing material is used on unlubricate. Decreasing friction or wear of bearing is important because it lead to improve durable of machine. We blended two kind of polymer in order to improve tribological characteristics of the bearing material. POM is used as main material and HDPE is used as blender. POM+20wt%HDPE has the best tribological characteristics in this study. By considering this result, making a more superior bearing will be possible.

1. はじめに

機械の小型軽量化, 高速化, 高荷重化, 無人化, メンテナンスフリー化などの進歩が求められるのに伴い機械を構成する軸受, 歯車, ねじなどの機械部品も高性能化や多機能化が求められている. 軸受をはじめとするしゅう動部材は数ある機械部品の中で最も消耗の激しい部品であり, 機械の寿命や性能に大きく影響する重要な要素である.

代表的なしゅう動部材として銅合金やアルミニウム合金, ホワイトメタルなどの金属材料が用いられている. これらの材料は摩擦損失及び摩耗の低減や焼付き防止のため, 油やグリースなどの潤滑剤の使用が不可欠である. しかし潤滑剤は温度や大気などの環境によって, 使用が制限される. また食品関係や繊維関係などの製品への油による汚染を避けたい場合, 使用を避けなければいけない. さらに廃油は地球環境にも影響し, 省資源, 省エネルギーの観点からも無給油で使用可能なしゅう動部材の研究・開発の必要性が高まってきた.

そこで従来の金属ではなく高分子材料がしゅう動部材として注目されている. 高分子材料には自己潤滑性を持つものがあり, しゅう動部材として無給油での使用が可能になる. 実際に高分子材料のポリアセタール(POM)で作られた軸受がモーターに使用されている.

本研究ではよりトライボロジー特性を向上させるためポリマーブレンドを利用し HDPE のブレンド量を変えた3つの試料を作成し, それらの摩耗量を調べることでどのブレンド量で作成したものが軸受に最も適しているかを調べ検討を行った.

2. 試料及び実験方法

Table1に本研究で作製した試料の主材及びブレンド材の割合を示す. 主材として用いたのが自己潤滑性の

ある POM で, ブレンド材として, POM と非相溶の高密度ポリエチレン(HDPE)を使用した.

摩擦摩耗実験は, 円筒試料の端面をスライダで摩擦するスラストワッシャ型摩擦摩耗試験装置を用いた. 試料はテーブルの上にスラストとトルクを検出する動力計(佐藤工機製 AST-BM 測定範囲:スラスト 3000N, トルク 15N・m)に取り付けられている試料支持台に固定し, スライダはボール盤の主軸に取り付け, 垂直荷重を錘によって増幅させ, 所定の荷重を加える.

回転数は, 無段変速モーターに接続された PCF コントローラによって必要回転数に調整し, デジタルタコメータにて確認した. 実験条件として面間圧力は 0.1MPa, 摩擦速度は 0.24~2.45m/s の範囲とし, すべり距離 4×10^3 m とし摩擦係数は動力計により面間圧力をスラスト, 摩擦力をトルクとして検出し, センサインターフェース(共和電業製 PCD300B)を PC に接続し記録させ, トルクから摩擦係数を求めた.

摩耗量は実験前後の試料の質量差を上皿電子天秤(メトラ製 AE-240 秤量:24g 読み取り限度:0.001mg)で測定し, 摩耗体積に換算した. 摩擦面の温度測定は実験後の試料の摩擦面の温度を赤外線放射温度計(NEC 三栄製 サーモスポット 6T52 測定範囲:0~400°C 最小検知温度差:0.5°C)を用いて行った.

Table1. Blend rates of various specimen

Specimen	Blend rate (wt%)	
	POM	HDPE
Pure POM	100.00	0.00
POM+10wt%HDPE	90.00	10.00
POM+20wt%HDPE	80.00	20.00

3. 実験結果及び考察

Figure1 に各試料の摩耗率(W)とすべり速度(V)との関係を示す。全体を通して速度が増加すると摩耗率が増加するグラフとなっている。すべり速度 1 m/s の値では Pure POM, POM+10wt%HDPE, POM+20wt%HDPE の順に摩耗率が減少する。このとき試料は摩擦を受けると HDPE 粒子が試料の摩擦面で荷重を支える働きをし、熔融粘度の低い POM が試料とスライダの摩擦面で POM 膜を形成することにより潤滑作用を発揮する。HDPE のブレンド量が多いほどこの荷重支持作用が強まって摩耗率が減少すると考えられる。また Pure POM はすべり速度 1m/s を超えると PV 限界を超えてしまったが、HDPE をブレンドした試料ではそれ以上のすべり速度でも耐えることができた。この結果から HDPE をブレンドしたことによって耐速度性が向上したと考えられる。また Pure POM や POM+10wt%HDPE ではすべり速度が 0.60m/s より早くなると急激に摩耗率が増加する。これはすべり速度が増加すると摩擦面温度が上昇し、潤滑剤の働きをしていた POM が外に押し出されて潤滑作用が減少するためと考えられる。

Figure2 に各試料の摩擦係数(μ)とすべり速度(V)との関係を示す。すべり速度の増加とともに摩擦係数が低下する。Pure POM, POM+10wt%HDPE, POM+20wt%HDPE の順に摩擦係数が低下している。これは HDPE 粒子が荷重を支持するため、スライダとの真実接触面積が減少し、HDPE 粒子への圧力が増すことによる表面温度の上昇で、POM の樹脂膜の粘度が低下し、せん断抵抗が減少して摩擦係数が低下したと考えられる。

Figure3 に各試料の使用限界における面間圧力とすべり速度の関係を示す。POM+10wt%HDPE と POM+20wt%HDPE は、Pure POM の限界 PV 値よりも約 10 倍大きな値となった。これらより POM に HDPE をブレンドすることによって、トライボロジー特性の大きな向上が見られた。

4. 結論

- 1) POM に HDPE をブレンドすることによって耐摩耗性が向上することがわかった。
- 2) POM に HDPE をブレンドすることによって摩擦係数が低下することがわかった。
- 3) POM に HDPE をブレンドすると限界 PV 値が約 10 倍になることがわかった。

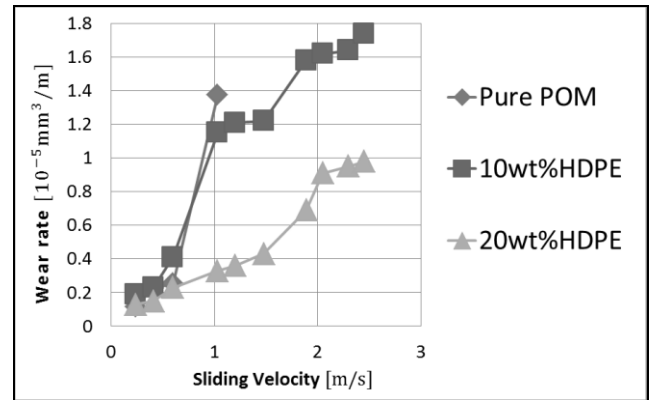


Figure1. Relationship between wear rate and sliding velocity.

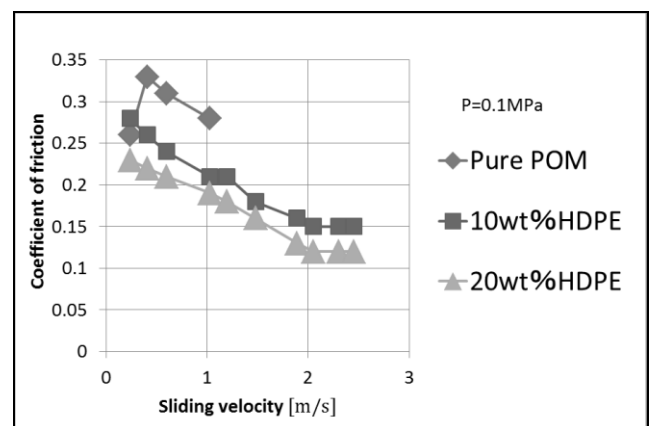


Figure2. Relationship between coefficient of friction and sliding velocity.

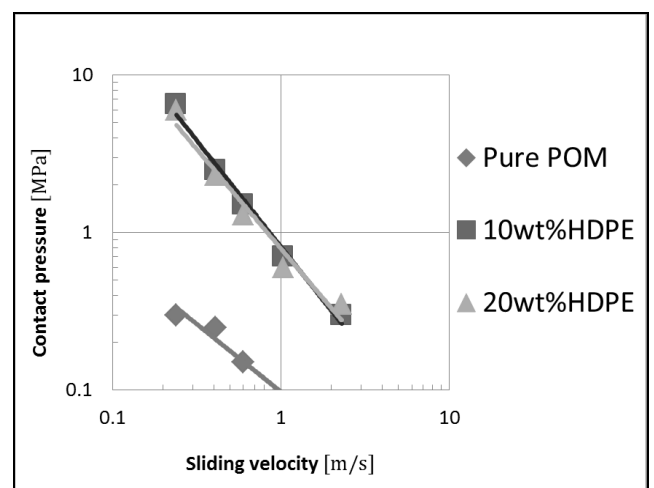


Figure3. PV limits of various specimen