

POM/エラストマーブレンドの分散粒径と軋み音の関係  
Relationship between Squeak Noise and  
Domain Size of Dispersed Phase in POM/Elastomer Blends

オイレス工業（正）中田 麻弥香 （非）高橋 耕平  
Mayaka Nakada, Kohei Takahashi  
OILES CORPORATION

1. 緒言

ポリアセタール (POM) は自動車や機械装置におけるギヤ・軸受等のしゅう動部品として最も多く使用されている<sup>1)</sup>が、軋み音（異音）の発生によって静粛性を損なうことが問題となる場合がある。軋み音はスティックスリップ、すなわち材料同士の固着とすべりによって発生するといわれており<sup>2)</sup>、特に高面圧かつ低速のしゅう動において相手材を同材とした場合に発生しやすい<sup>3)</sup>。これまでに POM 中にオレフィン系エラストマー (TPO) と相容化剤 (Compatibilizer) を添加することによって軋み音の発生を抑制できることがわかっている。POM/TPO ブレンドでは分散粒径が最大 100 μm 前後であるのに対し、Compatibilizer を添加した場合には分散粒径が最大 30 μm となり耐軋み音特性も向上することから、分散粒径と耐軋み音特性に相関があるのではないかと考えた。そこで、本研究ではエラストマーの分散粒径に着目し、耐軋み音特性との関係について調査することを目的とした。

2. 実験

2.1 試験片作製

POM と Compatibilizer を固定成分とし、粘度を指標として 5 種類の TPO を選定することで分散粒径の異なる POM/TPO/Compatibilizer (93/5/2 wt%) ブレンドを作製した。TPO の詳細を Table 1 に示す。二軸押出機を用いた熔融混練にてペレット化した後、射出成形機を用いてプレート形状の試験片を作製した。

Table 1 Property of the elastomers

Code	Mooney viscosity※
TPO-1	15
TPO-2	40
TPO-3	70
TPO-4	90
TPO-5	110

※: ML (1+4) 100 °C

2.2 耐軋み音特性評価

耐軋み音特性は鈴木式摩擦摩耗試験機を用いて評価した。具体的には、低速条件下で一定時間ごとに面圧（荷重）を増加させ、軋み音が 5 秒以上継続して発生した際の面圧（以後、限界面圧とする）の測定を行った。限界面圧が高いほど耐軋み音特性が高いと判断する。試験概略図、試験面圧のプロファイル、試験条件を Fig. 1, Fig. 2, Table 2 に示す。

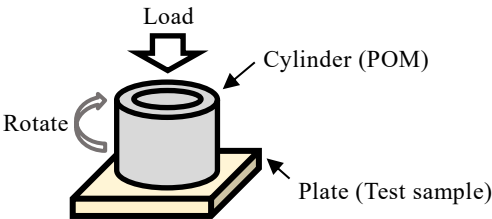


Fig. 1 Schematic diagram of the experimental setup

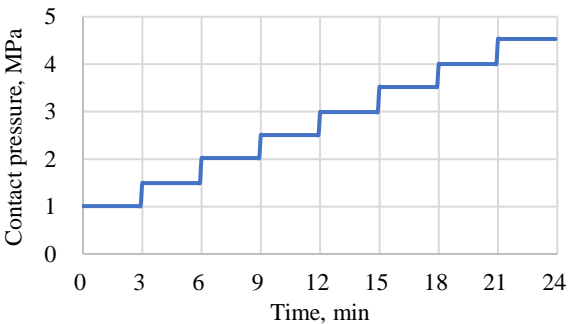


Fig. 2 Contact pressure profile of the experiment

Table 2 Experimental conditions

Load (Pressure)	200 N + 100 N / 3 min (1 MPa + 0.5 MPa / 3 min)
Sliding speed	0.05 m/s
Cylinder size	φ20 × φ25.6 × ℓ15 mm
Plate size	□30 × t3 mm

2.3 分散粒径評価・しゅう動面観察

各試験片の断面を研磨によって調整し、走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて観察した。画像解析ソフトを用い、SEM 観察画像を二値化してドメインの円相当径を算出した。円相当径のうち大きいものから順に 5 点の平均値（以後、最大粒径とする）によって分散粒径を評価した。  
耐軋み音特性評価にて 2.5 MPa 時点（試験時間 11 分）で試験停止し、軋み音が発生した試験片と発生しなかった試験片について光学顕微鏡を用いてしゅう動面の観察を行った。

### 3. 結果・考察

TPO-1, TPO-4 添加品の限界面圧の測定結果を Fig. 3 に示す. TPO-1 添加品と比較し, TPO-4 添加品の方がより高い面圧まで耐久し, 耐軋み音特性が優れる結果となった. 本試験片の SEM 観察結果を Fig. 4 に示す. 低粘度の TPO-1 添加品は最大粒径が  $3.5\ \mu\text{m}$  のドメイン構造を有するのに対し, 高粘度の TPO-4 添加品は最大粒径  $22\ \mu\text{m}$  の比較的大きなドメイン構造を有することを確認した. 2.5 MPa 時点でのしゅう動面の光学顕微鏡画像を Fig. 5 に示す. 軋み音が発生した TPO-1 添加品では POM 由来とみられる隆起物が確認されたのに対し, 軋み音が発生しなかった TPO-4 添加品は隆起物がほとんど確認されなかった. 本結果より, 比較的大きなエラストマードメインが POM 同士の凝着を阻害することで軋み音の発生を抑制している可能性が考えられる.

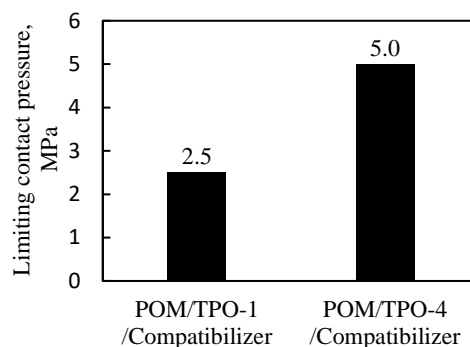


Fig. 3 Limiting contact pressure of the samples

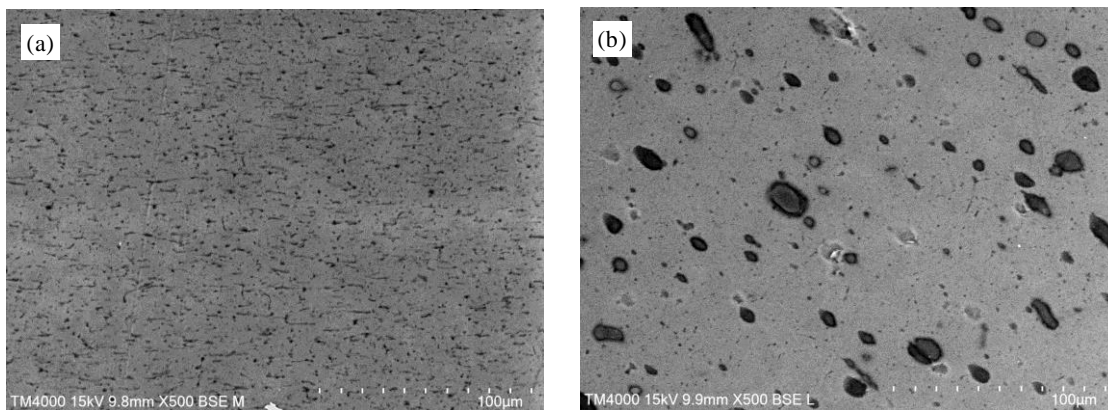


Fig. 4 SEM images of a cross-section of the each samples: (a) POM/TPO-1/Compatibilizer; (b) POM/TPO-4/Compatibilizer

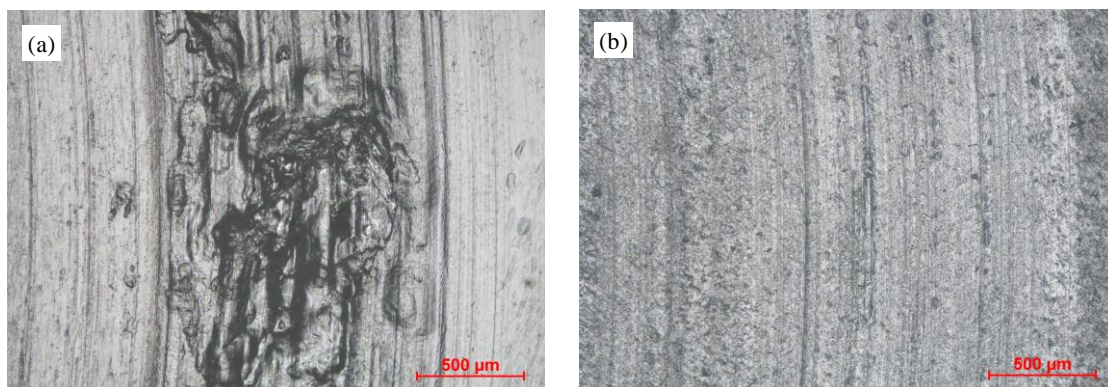


Fig. 5 Optical microscopy images of the sample surface after sliding for 11 minutes: (a) POM/TPO-1/Compatibilizer; (b) POM/TPO-4/Compatibilizer

TPO-1~TPO-5 添加品の最大粒径と限界面圧のグラフを Fig. 6 に示す. ドメインの最大粒径  $3\sim 25\ \mu\text{m}$  の範囲では, 最大粒径が大きいほど限界面圧が高くなる傾向を示した. なお, 共重合成分の異なるエラストマーを使用した場合でも同様の傾向を示すことが確認されている.

### 4. 結言

分散粒径の異なる POM/TPO/Compatibilizer ブレンドを作製し, 耐軋み音特性を調査した. ドメインの最大粒径が  $3\sim 25\ \mu\text{m}$  の範囲において, 最大粒径が大きいほど限界面圧が高くなる傾向があることを確認した.

### 文献

- 1) 加田 (監修・西谷): 高分子トライボロジーの制御と応用, シーエムシー出版, 第 18 章 (2015).
- 2) テクノポリマー(株): ABS 樹脂をベースとした軋み音対策材 HUSHLLOY®, JSR TEC. REV., 123 (2016).
- 3) 神田: しゅう動性と剛性及び耐久性を両立する POM 材料, 成形加工, 33, 11 (2021).
- 4) S. Wu: Formation of dispersed phase in incompatible polymer blends: Interfacial and rheological effects, Polym. Eng. Sci., 27, 5 (1987) 335.

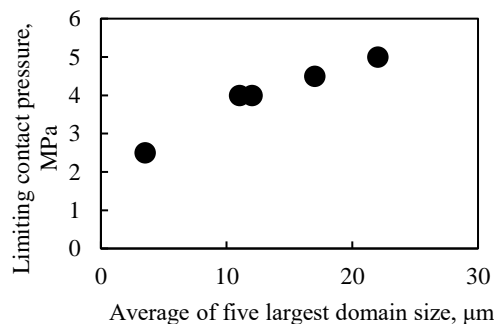


Fig. 6 Relationship between the limiting contact pressure and the domain size