

ペーパー摩擦材を用いた次世代機械要素の創成のための検討

～第1報 油種が摩擦特性に及ぼす影響～

Consideration for Next Generation Machine Element using Paper-Based Friction Materials

～Part 1 Effect of Oil on Friction Properties～

ダイナックス（正）*神田 航希 ダイナックス（正）瓶子 達也 ダイナックス（非）佐野 誠

ダイナックス（非）大山 徹也 ダイナックス（非）高倉 則雄

Koki Kanda, Tatsuya Heishi, Makoto Sano, Tetsuya Ohyama, Norio Takakura

Dynax Corporation

1. 緒言

ペーパー摩擦材および相手面となるプレートから構成される湿式クラッチは自動変速機に搭載され、回転速度・トルクの伝達・断絶を担う。近年進行する潤滑油の低粘度化、ハイブリッド化、電動化により生じる要求特性に追従し、ペーパー摩擦材は日々進歩を遂げている¹⁾。湿式クラッチのしゅう動面において生じる摩擦・摩耗現象の制御は車両の良好なドライバビリティの実現、安全性向上および燃費向上のための鍵を握ることから、メカニズム解明のため接触状態の解析などが行われている²⁾。

本研究では従来よりも高い伝達トルク容量を有する次世代型摩擦システムの実現を目的とし、湿式クラッチにおいて0.8を超える高摩擦係数が発現する現象³⁾に着目する。しゅう動面の接触面圧を増やすことで伝達トルクの増加は可能になる一方、高面圧化はペーパー摩擦材の寿命を縮めうる。すなわちシステムの高寿命化と伝達トルク容量の増加を実現するためには摩擦係数を高めることが有効であり、ペーパー摩擦材および油の開発により高摩擦化を試みる。

本稿では種々の油がペーパー摩擦材とプレート間の摩擦特性に及ぼす影響について実験的に調査した結果を報告する。

2. 実験方法

2.1 摩擦材

典型的なペーパー摩擦材のSEM像をFig. 1に示す。ペーパー摩擦材は主に繊維、充填剤および樹脂から構成され、空孔内部には油が浸透可能である。繊維および樹脂、その他材料の配合比率、製法は要求される性能に応じて決定される。一般的な工業材料の比強度、比剛性の分布をFig. 2に示す。ペーパー摩擦材は同等の比剛性を有する材料に対して1桁～2桁ほど高い比強度を有していることがわかる。

2.2 供試油

異なる基油・添加剤で構成される3種類の油を実験に供した。40℃におけるそれぞれの油の動粘度をTable 1に示す。3種の油はほぼ同等の動粘度を有することがわかる。また、さらなる高トルクの伝達を可能とする油として、それらの油と比較して1桁高い動粘度を示す基油を用いたグリースも用いた。グリースは試験前にあらかじめ塗布し、一定時間経過した後に余剰分を除去したディスク（両側面にペーパー摩擦材を張り付けたコアプレート）を実験に用いた。

2.3 実験方法

摩擦試験機の概略図および主たる試験条件となる速度および面圧の推移をFig. 3に示す。油中においてモータにより回転されるディスクとその両側に配されるプレートの間に生じる摩擦トルクを測定し、摩擦係数を算出した。ディスクの回転数が所定の値に達したのち、既定の面圧を付与した。ディスクの回転数は200 rpmから2000 rpmまで200 rpm毎に増加させた。ペーパー摩擦材とプレートに付与する面圧は0.03, 0.055, 0.087, 0.12, 0.15 MPaとした。油の温度は40℃一定とし、クラッチを油に浸漬した状態で実験を行った。グ

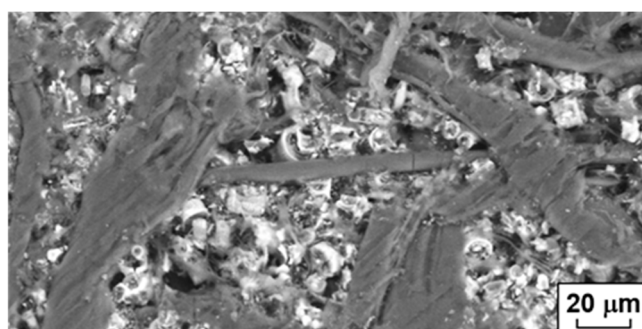


Fig. 1 Surface asperity of examined paper friction material

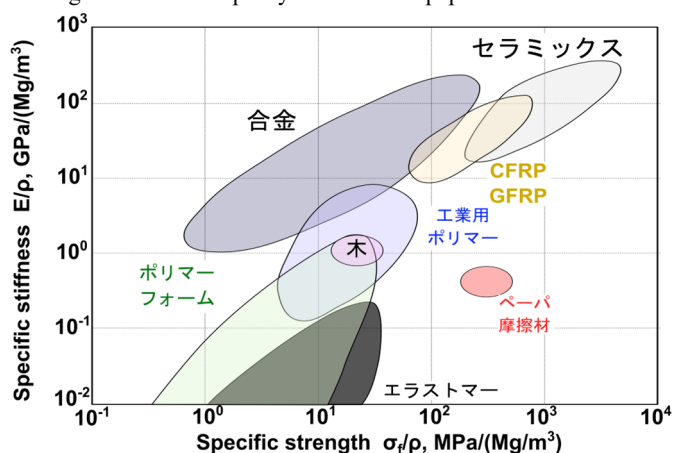


Fig. 2 Distribution of specific strength and specific stiffness of conventional engineering materials and paper friction material.

Table 1 Viscosity of examined oils

	Oil A	Oil B	Oil C	Grease
Viscosity (40 °C, mm ² /s)	36	33	36	210 (Base oil)

リースを塗布したディスクを用いた実験は油中に浸漬せず室温にて行った。

3. 実験結果および考察

3.1 油種が摩擦特性に及ぼす影響

それぞれの油中における典型的な摩擦特性を Fig. 4 に示す。ここで横軸は滑り速度 (V) を接触面圧 (P) で除した値 (V/P 値) とし、各実験中における摩擦係数の最高値を縦軸にプロットした。V/P 値の増加に伴い摩擦係数は増加し、本稿における最低 V/P 値における摩擦係数は油 A, B, C それぞれ 0.27, 0.25, 0.21 を示す。一方、最高 V/P 値においては油 A, B, C それぞれ 0.94, 0.89, 0.83 を示す。摩擦係数の序列は油の粘度との相関を示さないことから、油中の基油および添加剤が果たす役割の解明が望まれる。

最低 V/P 値、最高 V/P 値条件における摩擦係数の時間推移を Fig. 5, Fig. 6 にそれぞれ示す。ここでグラフ中の 0 秒は加圧開始時を示す、高压、低速条件 (Fig. 5) においては加圧開始直後より摩擦係数は徐々に増加し、油 A, B は 0.6 秒後に、油 C は 0.4 秒後に凡そ一定値を示すことがわかる。低压、高速条件 (Fig. 6) において摩擦係数は最高値を示した後に徐々に減少する。

3.2 グリースが摩擦特性に及ぼす影響

グリースを塗布したディスクを用いた際の摩擦係数 (Fig. 4) は V/P 値の増加に伴い、油中とは相反する傾向を示す。低速・高面圧条件側においては油よりも高い摩擦係数を発現し、最低 V/P 値における摩擦係数は 0.36 を示す。これは同 V/P 値における油 A 中の摩擦係数と比較して 1.3 倍である。またグリース使用時に摩擦係数の増加が完了するまでの時間は 0.1 秒と油使用時と比較して短い。

以上より、しゅう動面に介在する油種の選定により摩擦挙動を任意に制御することで、理想的な特性を発現する摩擦システムを実現可能であるといえる。

4. 結言

湿式摩擦材ディスクと金属プレートに油中・グリース塗布条件でそれぞれしゅう動する試験により、以下の結言を得た。

- (1) V/P 値の増加に伴い、油中における摩擦係数は増加し、油 A が最も高い摩擦係数を示す。
- (2) V/P 値の増加に伴い、グリース塗布時の摩擦係数は低下する。最低 V/P 値における摩擦係数は油 A と比較して 1.3 倍に増加する。

文献

- 1) 孫・佐野, 自動車の走りと燃費を革新した変速機を支える湿式摩擦材技術, トライボロジー会議 2017 春東京 予稿集, D27.
- 2) 佐野・孫・Pahlovy・大山・関・栢田, 湿式ペーパー摩擦材の摩擦特性, トライボロジー会議 2018 春東京 予稿集, B9.

謝辞

本研究で使用した油, グリースはそれぞれアフトンケミカルジャパン株式会社, 協同油脂株式会社から提供いただいた。ここに謝意を表す。

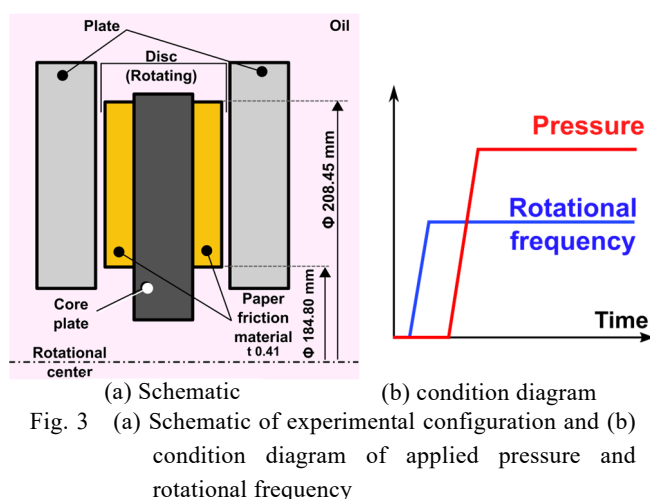


Fig. 3 (a) Schematic of experimental configuration and (b) condition diagram of applied pressure and rotational frequency

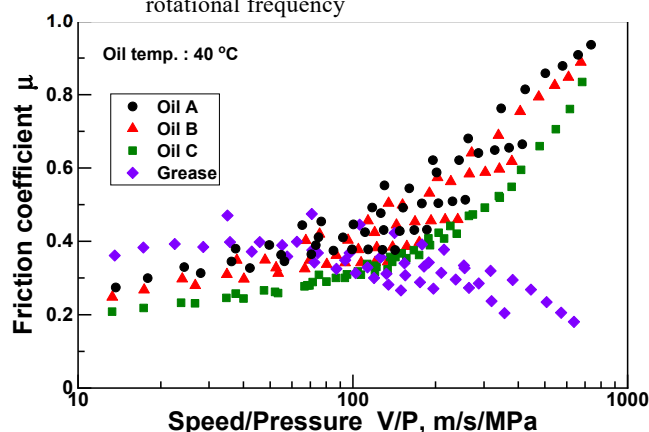


Fig. 4 Effect of lubricant on friction property.

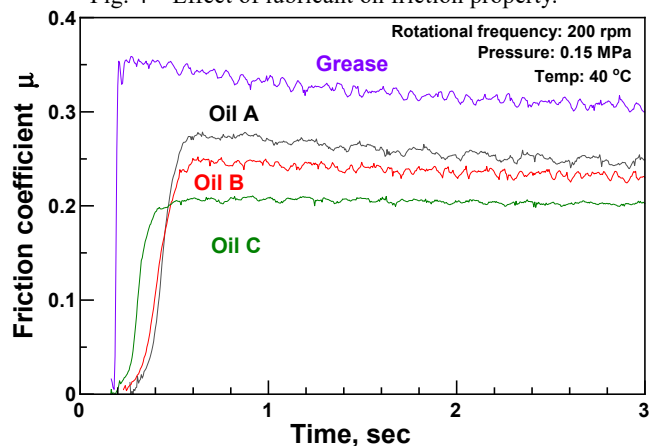


Fig. 5 Trend of friction coefficient at minimum V/P value.

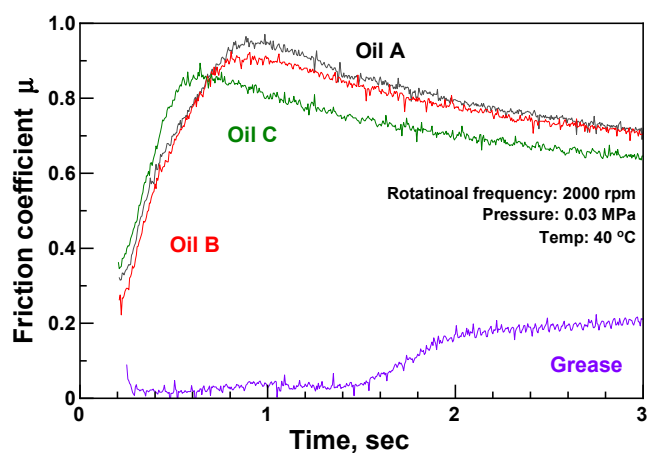


Fig. 6 Trend of friction coefficient at maximum V/P value