

ペーパー系湿式摩擦材の摺動過程における負圧発生機構について

東京農工大学・工 (正) *伊藤博信 (正) 池田浩治 (正) 山本隆司

1. はじめに

自動変速機に使用されるペーパー系湿式摩擦材では、潤滑条件下の摺動面で負圧が測定されることが報告されている¹⁻⁴⁾。本報では、測定孔を用いた油膜圧力測定法において、摩擦材の表面粗さ、多孔性の有無、気孔率等が測定圧力に及ぼす影響を調べ、負圧が測定される機構について検討を行なった。

2. 試験方法

フェーシング材試験片は、平均直径60mm、摺動面の幅4mmの円環状で、気孔率60%の試験片Aと40%の試験片Bを用意した(図1)。また多孔性フェーシング材の気孔をエポキシ樹脂で充填して多孔性をなくして、表面を1000番のエメリー紙で平滑にした試験片Cと、エポキシ樹脂で充填後、研磨せずにエポキシ樹脂で覆われた表面に凹凸が残っている試験片Dを用意した。また鋼製試験片は平均直径60mm、摺動面の幅6mmの円環状で、摺動面の平均直径上180°隔たった位置には、 $\phi 0.18$ と $\phi 0.5$ の圧力測定孔が設けてある。各々の測定孔の上部には油室を介して圧力センサーが取り付けられている。図2にフェーシング材試験片と鋼製試験片とを接触させた状態を示す。図3は圧力センサー取付部の詳細図で、バルブ側から試料油を注入して油室内の空気を大気中へ排出する。試験は、回転するフェーシング材試験片に圧力センサー内蔵の鋼製試験片を接触させ、直ちに所定の面圧を荷重し1時間の摺動を行なう。試料油にはデキシロンIIタイプATFを使用し、油温は40°C(動粘度 $3.8 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$)に設定した。表1に試験条件を示す。

3. 試験結果

3.1 多孔性フェーシング材の気孔率の影響

図4(a)および図4(b)に、多孔性フェーシング材の油膜圧力と摩擦係数の摺動時間に対する変化を示す。摺動面を接触させた直後は、いずれの測定孔の圧力測定値も正圧を示すが、摺動時間とともに正圧から負圧に転じ、各々ほぼ一定の圧力値になるまで減少する。圧力測定値は、測定孔の大きい方がその絶対値も大きく、測定孔径の影響が認められる。またすべり速度の大きい方が、負圧の絶対値や圧力の減少率が大きく、すべり速度の影響が認められる。また気孔率の小さい方(40%、図4(b))が、大きい方(60%、図4(a))よりも負圧の絶対値が小さい。

3.2 エポキシ樹脂充填材の非多孔性と表面粗さの影響

図4(c)および図4(d)は、多孔性フェーシング材の気孔をエポキシ樹脂で充填して非多孔性にした試験片による圧力測定の結果である。多孔性フェーシング材と同様、

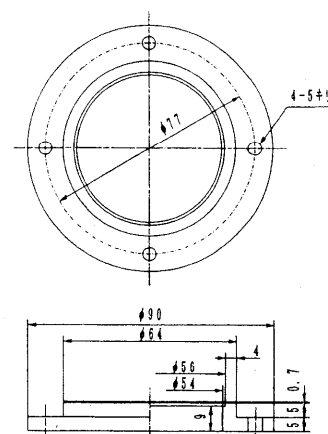


図1 フェーシング材試験片

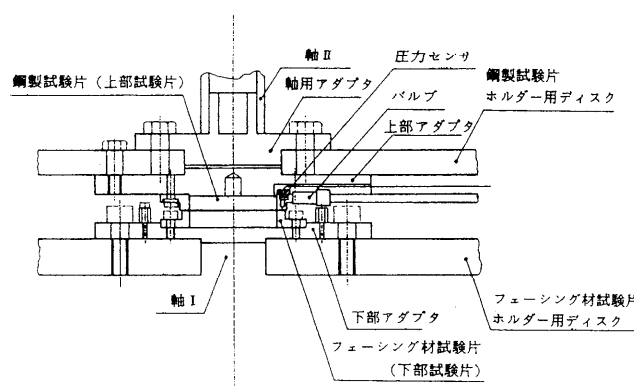


図2 試験片の接触状態

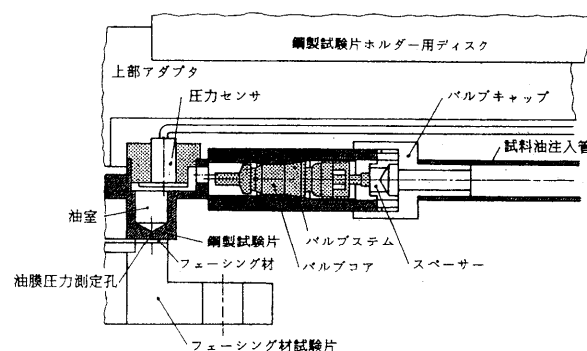


図3 圧力センサー取付け部詳細図

表1 試験条件

面圧, MPa	0.23, 1.0, 1.5, 2.0, 2.64
すべり速度, mm/s	50, 300
設定油温, °C	40
測定孔径, mm	$\phi 0.18$, $\phi 0.5$
気孔率, %	40, 60
表面粗さ (Ra), μm	0.27(試験片C), 6.10(試験片D)

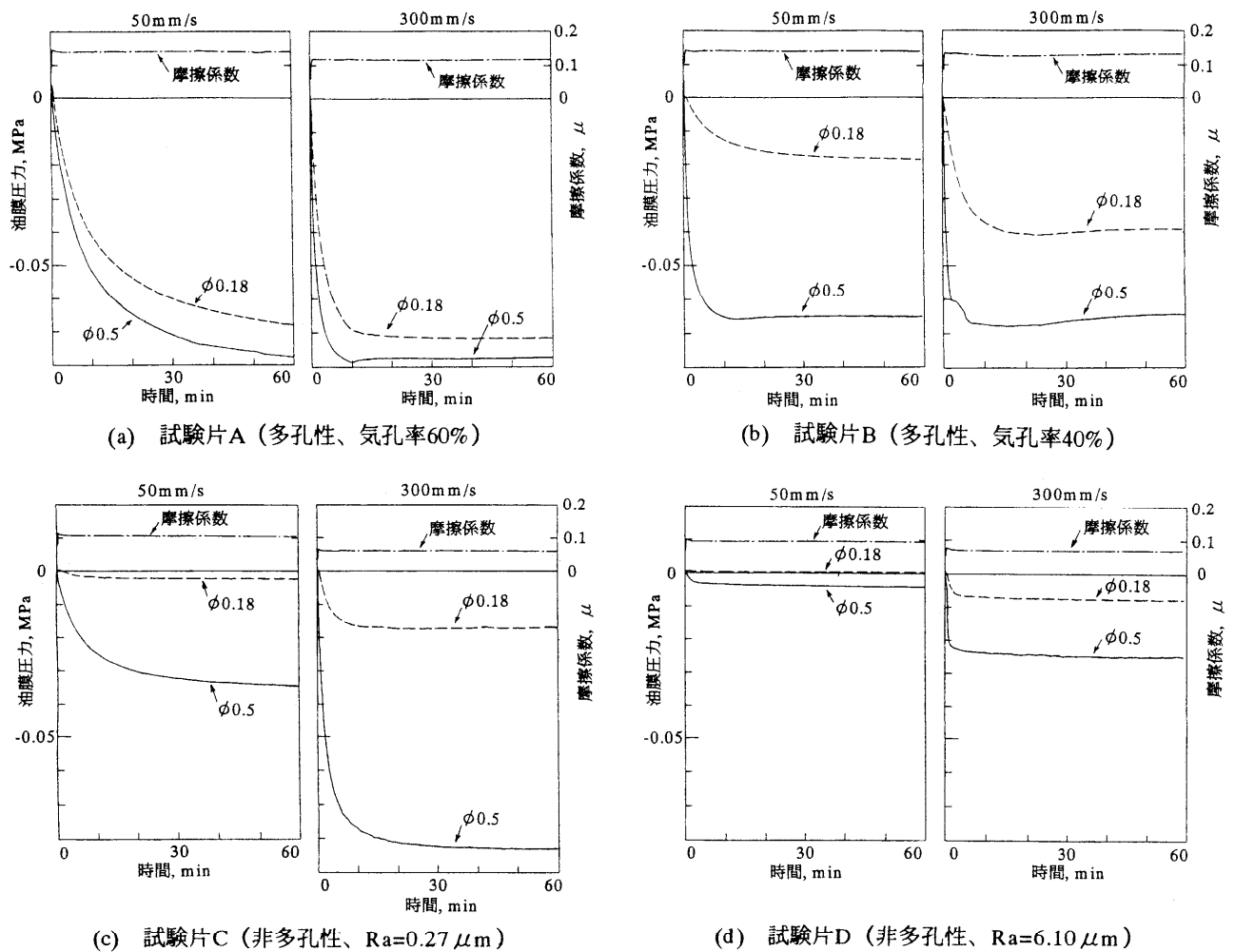


図4 油膜圧力の摺動時間による変化 (1.5MPa)

測定孔の大きい方が負圧の絶対値が大きく、またすべり速度の大きい方が負圧の絶対値は大きい。しかしながら多孔性フェーシング材と比較すると、負圧の絶対値は多孔性フェーシング材よりも小さい。また表面粗さが大きい方 ($Ra=6.10\mu\text{m}$ 、図4(d)) が、小さい方 ($Ra=0.27\mu\text{m}$ 、図4(c)) よりも油膜圧力の絶対値が小さく、表面粗さの影響が明らかに認められる。この原因としてエポキシ樹脂充填材表面の微小凹凸やうねり等に起因する油膜圧力発生の可能性が考えられる。

4. 考察

湿式クラッチのような平行平板の摺動面では外部からの油の流入が乏しく、測定孔への十分な流入量がないためせん断力によって油が測定孔から流出される傾向が強くなり、摺動時間とともに油室内の負圧の絶対値が増大すると考えられる。そのため測定孔を用いた油膜圧力測定法で測定される圧力値とは、この負圧と摺動面に発生する油膜圧力との和であると考えられる。この他、摺動面の油膜圧力を減少させる気孔からの圧力の逃げや、反対に油膜圧力を増大すると思われる摩擦材表面の微小凹凸やうねり等、摺動面の油膜圧力に対し影響を与える各種の因子の存在も考えられる。特に摺動面に存在する微小な凸部はくさび膜効果により圧力を発生すると考えられているが、逆に凹部は測定孔の場合と同様の原理でそ

の内部に負圧を発生する可能性もあると思われる。そのため摩擦材表面の微小凹凸の形状がどちらの効果をもたらすのに有利に作用するか解明が必要とされる。このように測定孔を用いて測定される圧力値には各種の成因による圧力の影響が総合されている。なお測定孔における油のせん断力による負圧発生に加え、摩擦材表面の微小凹凸の形状いかんによっては、摺動面に本質的に負圧が発生する可能性も否定できない。いずれにしても、比較的広いすべり速度範囲で境界潤滑が支配的であるペーパー系摩擦材では、摺動面において流体潤滑下で発生するような正圧は発生しにくいと考えてよいと考えられる。

謝辞： 本研究で用いたフェーシング材試験片は、エヌエスケー・ワーナー株式会社より御提供戴いたものである。ここに厚く御礼を申し上げる。

参考文献

- 1) 伊藤、藤本、山本、山岸：トライボロジー会議予稿集、名古屋、(1993)673-676
- 2) 伊藤、藤本、二村、堀井、山本：トライボロジー会議予稿集、東京、(1994)443-446
- 3) H.Ito, K.Fujimoto, K.Ikeda, T.Yamamoto : Proc. ITC Yokohama '95, (1995)1537-1542
- 4) H.Ito, K.Ikeda, T.Yamamoto : Proc. '98 TVT Int. Symposium, Yokohama, (1998)116-119