

ワイパーゴムの水払拭特性に関する研究

発表者 長岡 聡史

金沢大学 岩井 智昭
株式会社フコク 中野 博之, 川島 一騎

1. 結論

自動車用ワイパーは、雨天時の視界を良好に保つために必要不可欠である。ワイパーは外気環境下で激しい摩擦を繰り返し、過酷に使用される部品である。よって、ワイパーの水払拭性能の低下は使用者へ悪影響を与える。例えば、水の拭き残しやびびり振動である。しかし、払拭性能が低下するメカニズムは十分に解明されていない。そこで本研究では、ワイパーゴムの摩擦摩耗メカニズムを解明し、水払拭特性を明らかにすることを目的とする。

2. 実験装置および方法

2.1 実験試料 実験試料には、未使用ワイパーと実際の車両に使用されていた使用済ワイパーを使用した。使用済ワイパーは実車にて2年半、2年、4ヶ月使用されたものである。

2.2 実験装置 試料の表面状態を比較するために、共焦点顕微鏡にて、ワイパー摺動部を撮影し、三次元計測を行った。また、試料の摩擦係数の測定、表面の摩耗をとるために、ピン・ディスク型摩擦試験機を使用した。さらに、ガラス面との摩擦を動的に観察するために、実際のワイパー使用状態を模した装置を製作した。概略図を Fig. 1 に示す。この装置では、長さ 100mm に切断したワイパー試料を往復動させ、接触面をガラス下方向からハイスピードカメラで撮影を行う。また、ワイパー摺動速度と負荷荷重を変えて、摩擦係数の計測ができる。接触領域の観察実験では、光の全反射と干渉を利用した手法を用いた。全反射法では水払拭中のガラス面との接触領域を、光干渉法では払拭後にガラス面に残る拭き残しを判別する。

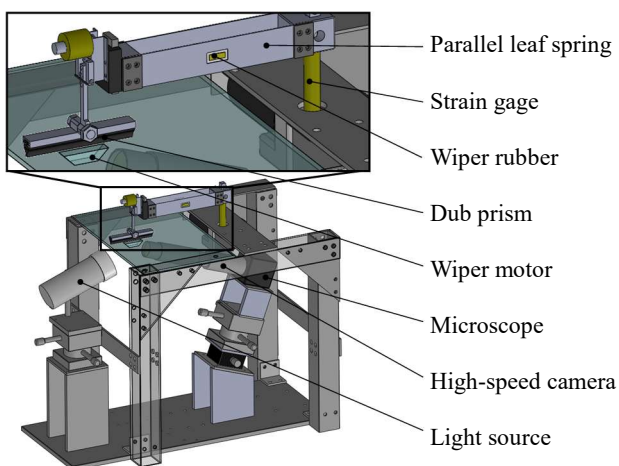


Fig. 1 Schematic diagram of the apparatus

2.3 実験条件 ピン・ディスク型試験機では摩擦速度 0.18m/s, 試料長さ 10mm, 荷重は 0.17N で試験した。相手面はガラスを使用し、乾燥状態と純水による潤滑状態、また小雨が降っている実使用状態を想定した乾燥と潤滑を繰

り返し行う状態の3条件で行った。動的観察の実験機では、負荷荷重は実際の使用状態を想定し 17N/m を基準とした。観察は乾燥状態と水潤滑状態で行った。

3. 実験結果と考察

3.1 試料表面の観察 本実験では、ワイパーが水を払拭する際にガラス面と接触するエッジ部分(Fig. 2)に注目した。試料エッジ部の共焦点顕微鏡像を Fig. 3 に、断面曲線を Fig. 4 に示す。Figure. 3 (a)は未使用ワイパー、(b)が4ヶ月の使用歴があるワイパーである。また、断面曲線は Fig. 2 中央部分の断面形状を示す。ワイパーのエッジ部分は、未使用試料では角の立ったような形状であったが、使用済試料は丸みを帯びた形状だった。

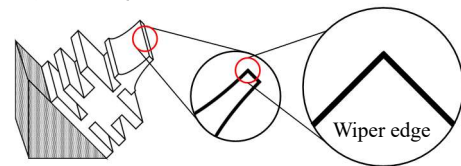


Fig. 2 Wiper edge

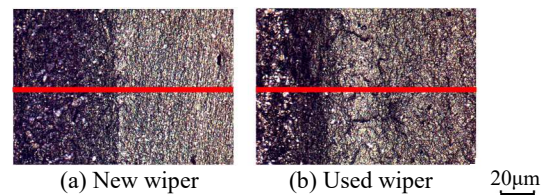


Fig. 3 Confocal microscope image of wiper edge

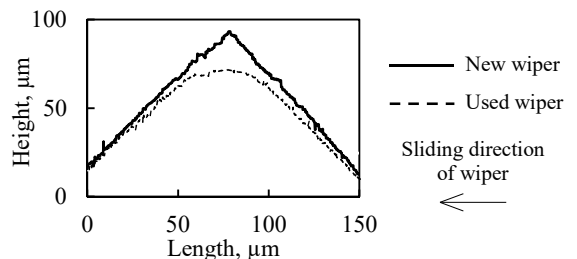


Fig. 4 Profile curve of wiper edge

3.2 摩擦摩耗特性 ピン・ディスク型摩擦試験機で測定した摩擦係数の結果を Fig. 5 に示す。未使用および使用済ワイパーともに乾燥状態は 0.9 程度、潤滑状態は 0.5 程度であり、差はみられなかった。また乾燥状態と潤滑状態の繰り返しによる最大摩擦係数は、乾燥状態のみの摩擦係数より高かった。

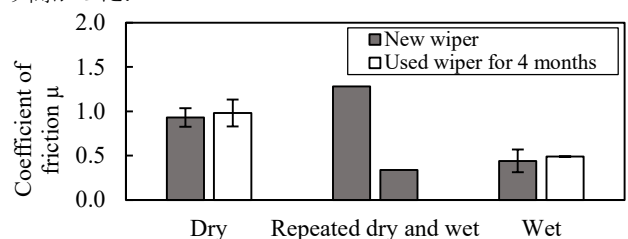


Fig. 5 Friction coefficient of wiper rubber

実際の車で使用歴があるワイパー、ピン・ディスク試験で摩擦させた試料の断面形状における面積差を摩耗量として、摩耗体積を推定・算出し、比摩耗量を評価した。結果を Fig. 6 に示す。乾燥状態で摩擦したワイパー試料は、実車で使用された試料と比べて比摩耗量が小さかった。また、潤滑状態で摩擦した試料は、摩耗が検出値以下だった。一方、乾燥状態と潤滑状態を繰り返した試料の比摩耗量は、実車で使用された試料の結果とほぼ同じ値であった。よってピン・ディスク試験で乾燥状態と潤滑状態を繰り返すことで、ワイパー摩耗の加速試験を行えることがわかった。

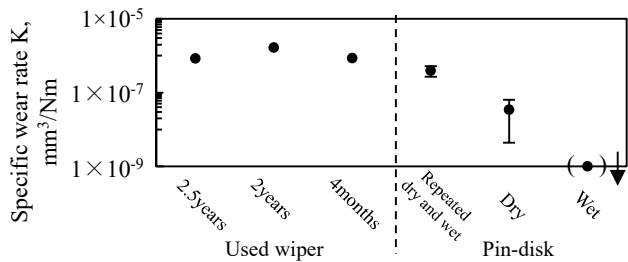


Fig. 6 Specific wear rate of wiper rubber

実使用状態を模した実験装置により、払拭運動中のワイパーとガラスの摩擦係数を測定した。結果を Fig. 7 に示す。負荷荷重と摺動速度を変え、乾燥状態と潤滑状態で試験した。乾燥状態では、速度が上がるにつれて摩擦係数が減少する傾向があった。また、負荷荷重を大きくすると摩擦係数が減少した。一方、水潤滑状態では、摩擦係数は速度が上がるにつれて一旦減少し、その後上昇する傾向があった。

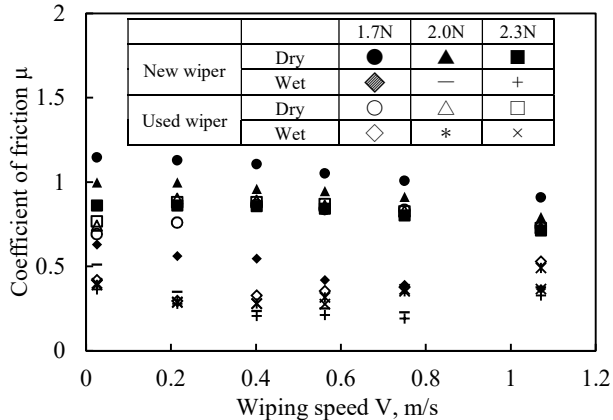


Fig. 7 Coefficient of friction to wiping speed

3.3 水払拭特性 未使用ワイパーがガラス上の水を払拭する様子を Fig. 8 に示す。ワイパー運動方向を矢印で示す。全反射法を利用し、ワイパーの接触部分(黒色)と水(灰色)と空気(白色)を判別した。計測した接触幅の結果を Fig. 9 に示す。乾燥状態より潤滑状態での接触幅が大きい傾向がみられた。なお、今回の実験条件内では接触幅の速度による影響はみられなかった。

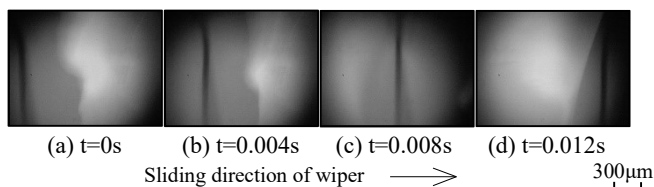


Fig. 8 Total internal reflection image of wiping motion

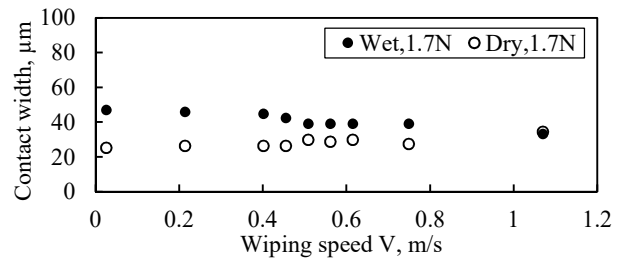


Fig. 9 Contact width to wiping speed

また、光干渉法を利用してワイパーの払拭特性を評価した。光干渉法ではガラス面の水を判別できるため、水払拭後のわずかな拭き残しを判別できる。ワイパーの水払拭直後に、撮影領域内に存在する拭きすじや水滴を”拭き残し”とし、一定領域に対する拭き残しの割合を計算した。水滴を払拭する様子を Fig. 10 に、撮影した拭き残しの画像を Fig. 11 に、拭き残し割合の結果を Fig. 12 に示す。Fig. 11(a) は未使用ワイパー、(b)が使用済ワイパーの払拭後のガラス面の拭き残しを示す。未使用ワイパーに比べ、使用済ワイパーはおよそ3倍量の拭き残しが生じていることがわかった。一方、払拭性能への負荷荷重の影響はみられなかった。

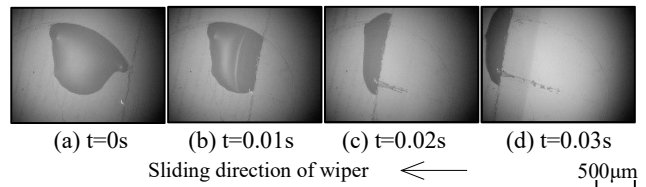


Fig. 10 Optical interference image of wiping motion

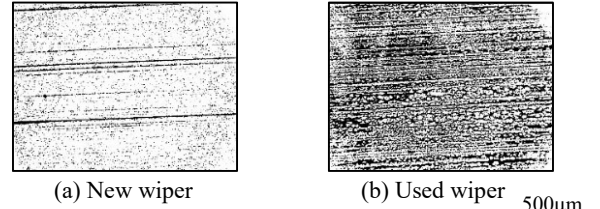


Fig. 11 Image of water left on the glass surface after wiping

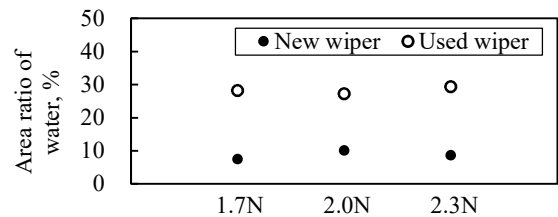


Fig. 12 Area ratio of water left on the glass surface

4. 結論

- (1) 未使用ワイパーと使用済ワイパーの摩擦係数はほぼ同じであった。また、乾燥状態と水潤滑状態の繰り返しによる最大摩擦係数は、乾燥状態の摩擦係数より高かった。
- (2) ピン・ディスク装置による潤滑状態と乾燥状態を繰り返す摩擦実験で、実際の車両に使用されたワイパーとほぼ同じ比摩耗量が得られた。
- (3) 全反射法を用いた接触面の動的観察では、乾燥状態より水潤滑状態における接触幅が大きかった。
- (4) 使用済ワイパーによる払拭では、未使用ワイパーに比べて払拭の約3倍の拭き残しがあることがわかった。