

シューズソールの接触面観察による摩耗箇所の評価

Evaluation of wear areas by observation of the contact surfaces of shoe soles

ミズノ（正）*笹森 哲弥,（非）田中 一成, 金沢大（正）岩井 智昭

Tetsuya Sasamori*, Issei Tanaka*, Tomoaki Iwai**

*Mizuno Corporation, **Kanazawa University

1. 緒言

製品寿命の観点から、スポーツシューズにおいてシューズソールの耐摩耗性は重要な機能の1つである。シューズソールには加硫ゴムが用いられることが一般的だが、加硫ゴムの摩耗の大小関係は条件により異なることが知られている¹⁾。したがって、精度の高い材料開発を行うためには、製品の実使用条件に合った摩耗試験を行うことが必要である。筆者らもこれまでにテニスのスライディング動作におけるシューズソールの摩耗と関連のある摩耗試験条件の検討を行ったが、圧力と速度をそれぞれ変更するだけでは必ずしも関連がある試験とはならなかった²⁾。そこで、スライディング動作中におけるシューズソールの圧力分布、滑り速度とそれらの時間変化を把握することが、より製品の実使用条件に即した摩耗試験方法の開発につながると考えた。本研究では、透過型フォースプレートに全反射法を適用し接触面積を可視化することで、動作時の圧力や滑り速度が計測可能な評価手法の確立を目指した。また、観察により得られたデータの妥当性を評価するため、テニスのハードコート上でのスライディング動作による摩耗後のシューズソールとの比較を行った。

2. 実験方法

2.1 接触面観察と床反力計測

試験に用いたシューズソールの前足部を Fig. 1 に示す。シューズソールは接触部において効率よく光を反射させるため、白色の加硫ゴムを用いた。前足部のうち、母指球側から小指球側にかけて inside, middle, outside の3つの領域に区分した。接触面観察装置の概略図を Fig. 2 に示す。ガラストップの透過型フォースプレート(多成分フォースプレート 9285BA, Kistler 社製)の側面から白色のLED光源を照射し、ガラス面の下側から高速度ビデオカメラ(FASTCAM Mini AX100, Photron 社製)で撮影を行った。撮影条件はフレームレートを 500 fps, シャッター速度を 1/1000 s とした。撮影した画像は大津の二値化法により閾値を決定して二値化を行い、白いピクセルを接触面と定義した。また、フォースプレートのサンプリング周波数を 500 Hz として床反力を計測した。スライディング動作は右足で実施した。

2.2 スライディング動作におけるシューズソールの摩耗領域の計測

ハードコート上で計 120 回スライディングを行い、シューズソールを摩耗させた。摩耗前後でのシューズソール面の形状を3次元スキャナー(Faro Laser Scan Arm Quantum Max, Faro 社製)で計測を行った。

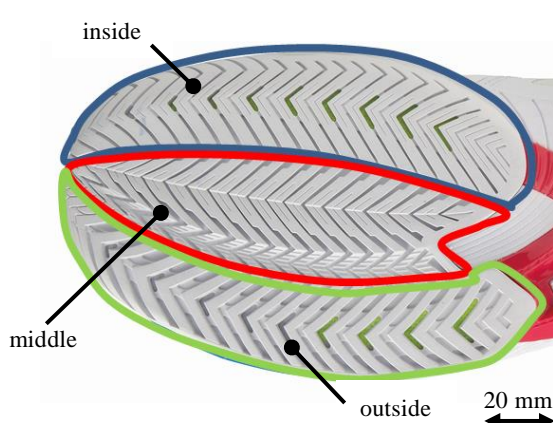


Fig. 1 Shoe sole (bule:inside, red:middle, green:outside)

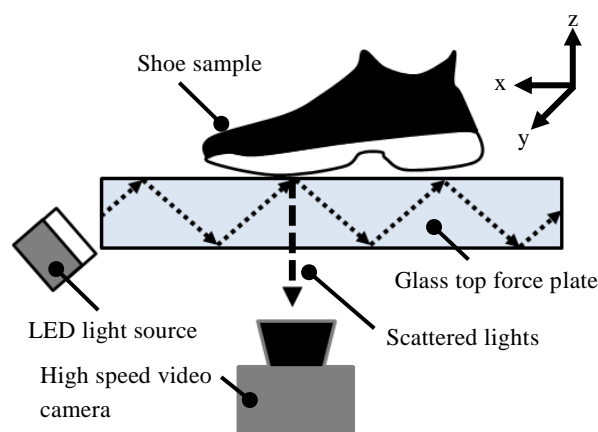


Fig. 2 Schematic of experimental apparatus

3. 実験結果と考察

スライディング動作でガラス面に接触し、離地するまでの接触面積と z 軸方向の床反力データ (F_z), および各代表点での二値化画像を Fig. 3 に示す。二値化画像において、スライディングは上から下方向への動作である。接地初期は inside から接触が始まり (Fig. 3 a), F_z , 接触面積ともに急峻な立ち上がりが確認された (Fig. 3 b). 次いで、滑りを生じながら接触部が inside から middle へ移行し接触面積が小さくなり, F_z が最大の値を取った (Fig. 3 c) 後, 滑りが収ま

り middle の接触面積が再度大きくなった(Fig. 3 d). 最後に、離地のために接触面積と F_z が大きくなりながら離地した様子が観察された。この二値化画像から、動作中は小指球側の outside 領域はほぼ接触していないことがわかった。摩耗前後のソール形状を重ね合わせた 3D データを Fig. 4 に示す。青色が摩耗の進行した領域を示す。実際に摩耗した領域も inside, middle 領域であり、outside 領域での摩耗はほぼ進行していなかった。接触面観察で観察された領域と摩耗した領域がおよそ一致したことから、ハードコートとガラスで摩擦の相手面が異なるものの特定動作における摩耗領域の推定と摩擦時にかかる面圧の検討に本手法は有用だと考えられる。 F_z と接触面積から求めた平均面圧の推移を Fig. 5 に示す。平均面圧はスライディング動作中約 1.0 N/mm^2 以上であり、最大で 11 N/mm^2 に達した。筆者らがこれまで摩耗試験の条件検討を行った際は、最大でも 0.12 N/mm^2 での試験であり²⁾、実使用時の結果と摩耗試験の結果が一致しない一因として面圧の乖離が示唆された。

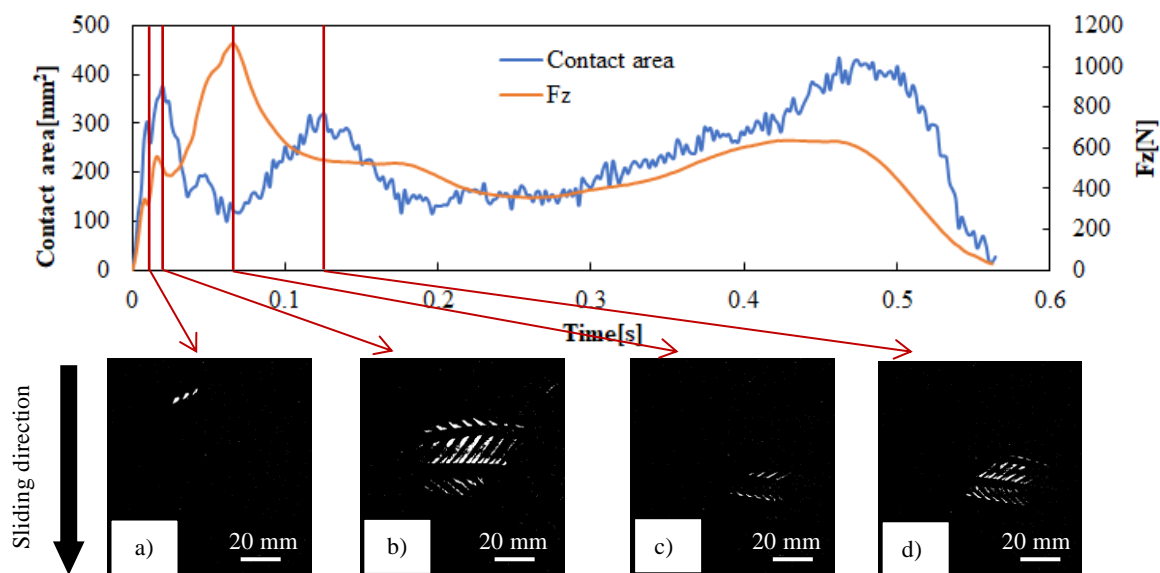


Fig. 3 Contact area and reaction force during sliding motion

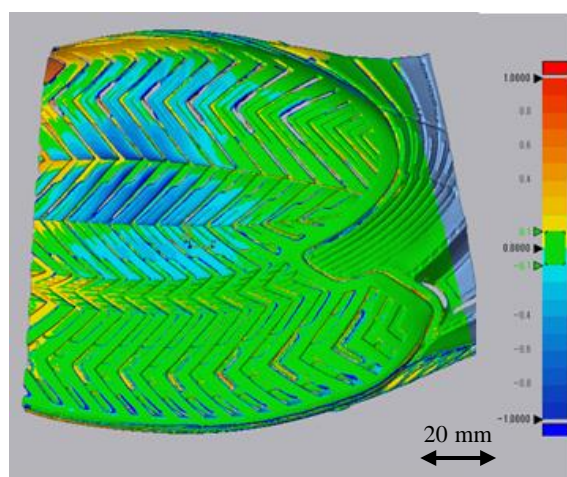


Fig. 4 Superimposition of images before and after wear

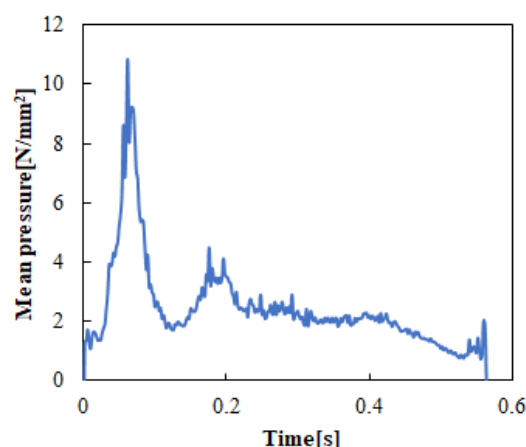


Fig. 5 Mean pressure during sliding motion

4. 結言

透過型フォースプレートに全反射法を適用することにより、摩擦時における接触面の可視化とソール意匠が受ける平均面圧の算出が可能となった。今後、輝度分布による圧力分布の解析や、意匠の滑り速度の解析を行うことで、ゴムの実現象における挙動を明らかにする予定である。

文献

- 1) 小池・小林・吉田・山崎：新規摩耗試験機について—ラボにおけるタイヤトレッド耐摩耗性評価方法確立を目指して—、日本ゴム協会誌，74，1 (2001)。
- 2) T. Sasamori, Y. Yoshikawa, K. Hata, & T. Iwai: Wear Evaluation of Rubber for Shoe Soles and Observation of Wear Surfaces, 9th International Tribology Conference, Fukuoka 2023 (2023)。