生活環境評価のためのどこでも摩擦試験器

Mobile friction tester for the evaluation of living environment

○正 坂井伸朗 (九工大) 学 古澤 宰 (九州大) 正 澤江義則 正 村上輝夫

Nobuo Sakai, Kyushu Institute of Technology, 1-1 Sensuicho, Tobata-ku, Kitakyushu
Tsukasa Furusawa, Kyushu University, 744 Motoooka, Nishi-ku, Fukuoka
Yoshinori Sawae, Teruo Murakami

Keywords: Friction tester, Field measurement, Life space

1. はじめに

摩擦は表面同士がしゅう動するあらゆる場面に見られる現象であり、ヒトの生活においても自明的に摩擦を利用する場面が多く見られる。また、転倒を防止するために滑止め材料を表面に付与したり、滑り戸に潤滑作用を期待した油脂成分を塗布するなど、生活空間においても摩擦を制御することは、より便利かつ安全安心な生活空間を構成するための一つの重要な要素であると考えられる。特に公共空間においては定量的かつ科学的な手法により環境が評価され空間を設計することが望ましい。

ヒトの皮膚は各部位に関して合目的な摩擦特性を有すると考えられる。特にヒト手掌は指紋・汗腺による表面テクスチャや保湿制御挙動、組織の粘弾性、爪や骨の剛性要素などの各特性が総合され高摩擦を実現していると考えられる。一方、顔皮膚といったその他の皮膚部位の摩擦は美容製品の評価項目等として研究が進められている。このような場面における摩擦測定では測定対象を摩擦試験器に掛けるのが現実的ではないことが多い。

生活空間やそれらと相互作用するヒト皮膚あるいは生活器具を摩擦という視点から臨想的に評価するためには、試験器そのものを生活空間へ持出し、センサを対象物に対してしゅう動させることで摩擦特性を得る必要がある。本研究では、どこでも摩擦試験というコンセプトの下、生活空間を摩擦の視点から定量的に評価するためのモバイル型摩擦試験器を作製した。また使用例として生活空間を構成すると考えられる各種の樹脂系材料の摩擦特性を測定した。さらに、摩擦特性の現地調査の例として公共空間の廊下といった床表面の摩擦特性について測定を行なった結果を報告する。

2. どこでも摩擦試験器の開発と測定方法

本研究において必要となる摩擦試験器は測定対象に素子をしゅう動させるペンタイプの試験器とした。Fig.1に製作したモバイル摩擦試験器の写真を示す。試験器は全長160mmであり、質量は約30gである。試験器先端部位に取付けられた6軸力覚センサ(BL AUTOTEC Inc., ThinNANO 5/4-A)により摩擦素子に加わる垂直力および摩擦力を測定し、力覚センサの先に取り付けられた摩擦素

Fig. 1 A photograph of the mobile friction tester. In this report, friction attachment for rubbing surface was SUS440C sphere of R=5mm.

子は、摩耗による損傷や使用目的に応じて取替え可能とした。本稿では試験的運用として R=5mm の SUS440C の球を摩擦素子として用いた。センサ出力はセンサアンプにより増幅された後 ADC によりノートパソコンに入力され 6 軸信号分離行列により各軸の力およびトルクを得た。

本装置のようにモバイルかつペン型の摩擦試験器を構成した場合、社会環境といった場面などどこでも摩擦測定可能となる一方、ペン姿勢により重力の方向が変わり、その結果センサ値が変化する。本稿では測定時の目標ペン姿勢を試験前に定め、その状態を維持したままセンサ値のゼロ点を取得し差し引くことで、姿勢の影響を補償した。また、ヒトの手によりしゅう動させるため、荷重制御が難しくなるが、本研究では 1N 荷重時の摩擦係数を代表値として採用し、滑り速度は約 30mm と成るように測定者は事前に訓練を行なった。滑り距離は約 40mm であり往復運動とした。状況に応じセンサ出力は 5Hz をカットオフとする 2 次バターワース IIR(Infinite Impulse Response)低域通過デジタルフィルタによりノイズ除去を行なった。

3. どこでも摩擦試験器による測定例

各試験片はヘプタンにより洗浄後測定を行なった。Fig.2 にポリ塩化ビニルを測定した場合のデータを示す。ペン型でヒト手により荷重を加えているため荷重は正確に 1N を保つことはないが、摩擦係数は適切な値を示した。本摩擦試験器では極めて手軽に摩擦測定が可能である。そこで、代表的な 26 種類の樹脂系材料について摩擦係数を測定した結果を Fig.3 に示す。13 アクリル樹脂は本稿ではキャスト材であり、24 ポリカーボネイトも表面粗さが小さかったため摩擦係数が大きめであったと考えられる。ABS はゴム成分が存在し、ゴム成分の変形性による真実接触面積の増加により摩擦係数が大きかったと考えられる。1 ナイロン、4 PEEK、19 PPS、21 ポリアセタールは摩擦摩耗用グレードについても測定したが、21 ポリアセタール以外は標準材と比較し摩擦係数は小さかった。23 ポリカーボネイトの耐スクラッチ材(24 番)は表面に高硬度シートが貼られていると見受けられ、その結果、24 ポリカーボネイト耐スクラッチ材は摩擦係数が標準材と

Fig. 2 A graph of experimental result in a measurement of PVC plate.

Fig. 3 Friction coefficient of various resin materials

Fig. 4 Time-dependent behavior of PVC in a measurement of friction coefficient.

比較し小さくなったものと考えられる。

PVC(ポリ塩化ビニル)など一部の材料については時間経過による摩擦係数の変化が観察された。Fig.4 に PVC の摩擦係数の時間変化を示す。本時間経過試験では、測定点以外の時間は摩擦させず室内放置し、摩擦トラックは異なる場所とした。PVC は時間経過により摩擦係数が徐々に増加した。またヘプタン洗浄直後では摩擦係数が 0.05 程度となる場合もあり、30 秒程度で 0.1 を超える挙動を示した。また、手掌の脂成分やタンパク成分により容易に摩擦係数が 0.1 を下回ることが確認された。

次に生活環境評価の例として大学内の廊下の摩擦係数を測定した結果を示す。測定では初期面、台所洗剤による拭取り、アルコールによる拭取り、ヘプタンによる拭取りの順で計測した。初期状態では通常の人通りがある汚れた状態においても 0.35 程度の高摩擦が得られた。そこで中性洗剤で拭取ると 0.46 程度に摩擦が大きくなった。しかし、さらなる洗浄効果を得るためにエタノールやヘプタンを用いると摩擦係数は 0.35 程度に低下した。

4. 考察およびまとめ

本稿では各種樹脂系材料について摩擦係数測定を行なったが一部の材料を除き摩擦係数は 0.13~0.24 程度であった。しかし、これらの結果はヘプタン洗浄状態であり、表面の汚れの状態により大きく摩擦係数が変化する様子が見られたことから、生活環境では表面状態が摩擦係数に

Fig. 5 Photograph of the place where field test was held in a passageway in Kyushu University.

Fig. 6 Change of friction coefficient in each condition.

大きく影響を与えることが予測された。

一方、生活環境測定例として行なった廊下の摩擦係数ではワックスによる表面コートが施されている面で行なった。これらのワックスにはポリマーやタンパク成分により高機能化されていると考えられ、エタノールやヘプタンはそれらの成分を変性させてしまう可能性がある。また、床面は高摩擦であれば良いというわけではないと考えられ、床面の基材であるゴム材料による掘起し項と併せ、摩擦係数が変化しやすい公共の環境という悪条件の中にありながら、適切な摩擦係数が維持されていることが推測された。今後、濡れた面やゴム系材料など様々な条件を測定すると共に、フィールドを街など広範囲において測定を行なう計画である。

【謝辞】本研究は一部、科学研究費補助金挑戦的萌芽研究(21650151)の支援を得た。