

象として摩擦力測定実験を取りあげているので、摩擦力測定部を本試験機に取り付けている。

2.2 負荷駆動部

本試験機の負荷駆動部の特性及び条件としては、まず、回転速度を任意に変えることができ、負荷の変動から回転速度が影響を受けないことである。さらに、ある定位置において移動用テーブルを保持でき、テーブルを自由に移動させるために回転方向を容易に変更できることである。以上のことを検討した結果、位置決め精度としては最も優れているハーモニックギアードタイプの5相ステッピングモーターを採用した。また角度制御、速度制御は駆動回路に送るパルス信号によって行えるので、パーソナルコンピュータによる制御もしやすいといえる。

2.3 負荷伝達部

負荷伝達部のX軸とZ軸方向移動部の機構としてはネジ、ナット方式を採用し、動力の伝達における損失をできるだけ抑えるために、ネジとナットの間に鋼球を介したボールスクリーネジを用いることで、回転運動を直線運動に変換している。また、テーブルのぶれを防止するためにテーブルと機枠との間に、摩擦抵抗や、動摩擦と静摩擦の差も小さく、さらに高剛性で耐久性にも優れている直動システムを組み込んだ。高速早送りに重点を置くY軸方向移動部には、ステッピングモーターとラックピニオン機構が一体となったリニアドモーターを用い、簡単な取り付けで細かい位置制御を可能にしている。多目的材料特性試験機の細部の構造をFig. 2-3とFig. 2-4に、試験機の性能をTable. 2-1に示す。

2.4 摩擦力測定部の構造

摩擦試験をする機構として、Fig. 2-5に示されるように、接触圧子と変位測定部、摩擦力測定部が一体となった構造のものを製作した。接触圧子はスライドシャフトに固定されており、ボールプッシュを介して接触圧子は上下に移動できる。接触圧子が測定面に接したとき、接触圧子の荷重をある任意の値に保つために、レーザー変位計によってターゲットの変位を検出する。その値を荷重の変化としてコンピュータが換算し、その荷重の変化を打ち消す分だけZ軸テーブルを移動させる。この動作を随時制御することにより、ある許容範囲内の荷重に保ち、同時に荷重制御部に取り付けたロードセルから検出される値を摩擦力に換算する仕組みである。圧子の接触面の形状が長方形であるのは、測定時に接触面に作用するモーメントの影響を抑えるため、測定方向に対して圧子を安定して送れるようにしてある。また接触子は測定面に微妙な傾きがある

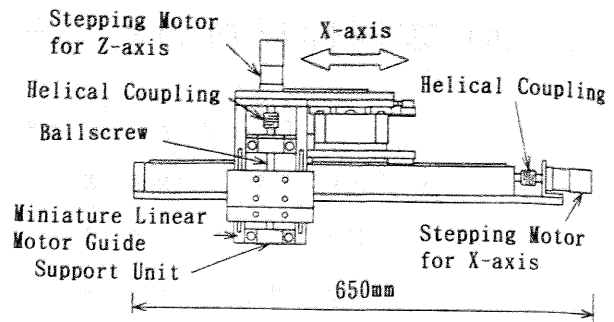


Fig. 2-3 Large Scale View of Location Controller (Front View)

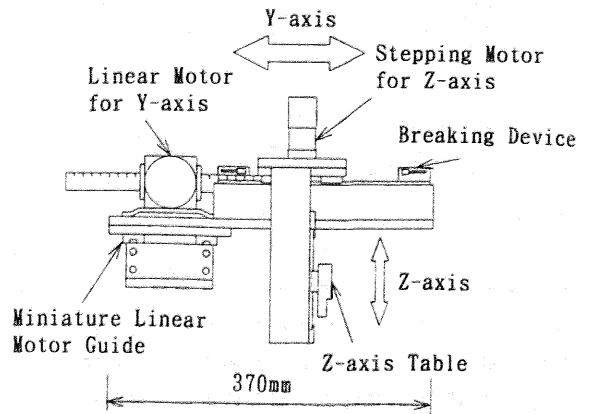


Fig. 2-4 Large Scale View of Location Controller (Side View)

Table 2-1 Testing Machine Specifications

	X-axis	Y-axis	Z-axis
Measurement Range (Maximum)	410mm	210mm	100mm
Maximum Speed	5.5mm/sec	250mm/sec	1.38mm/sec
Minimum Movement Distance	0.1 μ m/step	0.02mm/step	0.04 μ m/step
Motor Maximum Torque	28kgf·cm	7kgf (Max. Thrust)	28kgf·cm

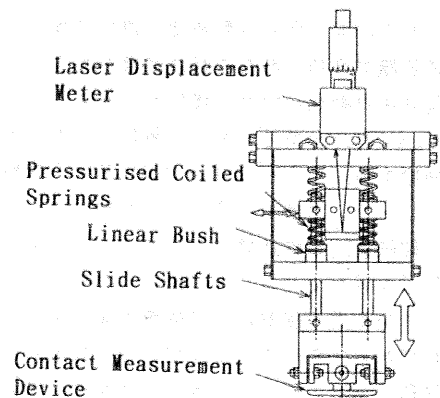


Fig. 2-5 Large Scale View of Load Control Device

場合や、試験片自体に起伏がある場合などの変形性材料の特性試験に対応できるように、ユニバーサルジョイント機構を持っているジャイロ型接触圧子としてある。これにより、測定時には圧子の接触面と測定面との密着性が高まり、より安定した摩擦力のデータが得られる。また、摩擦力測定部に用いるロードセルは両面に歪ゲージを貼付けた厚さ0.8mmの真鍮板を2枚使用した平行バネ方式を採用し、その出力は12ビットのADコンバーターを通してコンピュータに入力される。

3. 多目的材料特性試験機を用いた摩擦試験

3.1 摩擦試験の方法

今回の試験においては、平織りの綿、絹および人体の皮膚（前腕部裏側）を測定対象とした。被服材料の試験片（綿、絹）は、アルミプレートに張力を加えない状態で両面テープによって固定し、測定テーブル上に保持する。また、前腕部裏側を上方向に向けた状態で治具により準固定化し、皮膚の摩擦測定を行う。測定に対しては圧子を布の縦糸方向、または前腕部長手方向へ滑らせることによって摩擦力の測定を行った。さらに、この測定結果より、摩擦係数 $\mu = F$ （摩擦力）/ N （垂直荷重）の式を用いて、摩擦係数を算出した。

3.2 摩擦試験の結果及び考察

Fig. 3-1は平均接触圧力を一定（11.4gf/cm²）とし、圧子の送り速度を0.5mm/secとした時の摩擦係数-移動距離の測定結果を綿と絹について示したものである。この図より、動摩擦係数は3.0Hz（綿）、3.3Hz（絹）程度の周波数で変化しながらも、ある一定の値を保っていることがわかる。この摩擦係数に見られる周波数の違いは、布の表面粗さが一要因と考えられる。またFig. 3-2は、綿について平均接触圧力を5, 7, 11, 4, 17.1 gf/cm²と変化させた時の摩擦係数の変化の様子を示している。（圧子の送り速度は0.5mm/sec、移動距離は20mm）この図より、摩擦係数は平均接触圧力の増加に対し減少していることがわかる。これは布の表面には凹凸があり、平均接触圧力が低い状態ではこの凸部だけで圧子表面に接触しているために真実接触面積が小さく、したがって真実接触圧力は高くなり、摩擦係数を大きくする原因になったと考えられる。この表面の凹凸が圧力の増加とともに押し潰されることにより、真実接触面積は増加してゆき、真実接触圧力は低い値となり、その結果摩擦係数は低下したと考えられる。布の材質や織り方などの違いによる特性によっても、この低下の度合は影響を受けると思われる。また、Fig. 3-3は皮膚（前腕部裏側）の摩擦を測定した一例である。測定圧子としてアルミプレートを使用しているため、測定圧子と皮膚がついたり離れたりする、いわゆる

Stick-Slip現象の生じているのが見られる。また、人体を対象とした実験は被験者の皮膚の状態、水分量などにも大きく影響されるため、測定結果の評価にあたっては条件の統一化が重要な問題として挙げられる。

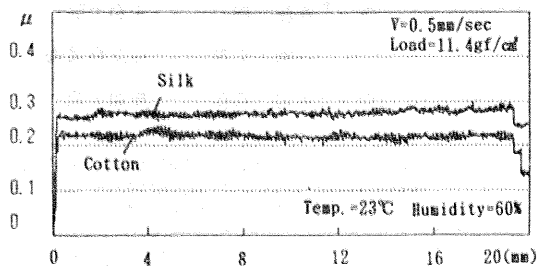


Fig. 3-1 Friction Coefficient of Cotton and Silk

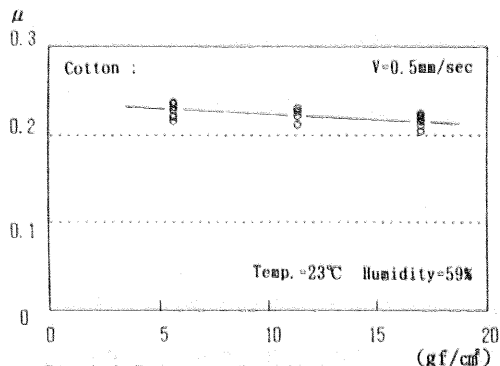


Fig. 3-2 Friction Coefficient vs Mean Contact Pressure

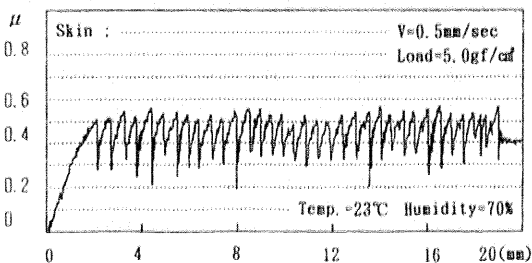


Fig. 3-3 Friction Coefficient of Skin

4. 結言

①変形性材料の特性評価試験を行うための試験機を設計、製作した。②この試験機の性能を評価する一例として、被服材料や人体の皮膚の摩擦係数測定試験を行った。実験の結果、被服材料の摩擦係数 μ は平均接触圧力が増加するにつれ減少することが示され、摩擦係数 μ の平均接触圧力依存性が認められた。また今後の課題として、摩擦試験において皮膚などの多様な測定面に対応するための接触圧子部分の改良や条件の統一化、更には様々な材料に関する圧縮や引張り試験なども容易に可能な測定部を持った材料特性試験機の形態の開発、および実験手法や定量的評価法などを確立する必要がある。また、本研究に御協力頂いた4年生の屋舖実君に感謝申し上げます。