

ボール式美容ローラにおける接触部の摩擦特性

千葉工業大学 ○安住流音, 片山翔太, ◎大関浩

要旨

近年、美容ローラは多くの種類が販売され幅広く使用されており、そのローラ部分は様々な荷重、角度によって皮膚に接触している。しかし、その接触角度について解析された文献は見当たらない。本研究では、荷重や角度の条件を変えると、転動面に作用する摩擦力がどのように変化するのかを明らかにする。本報告では、特定の接触角が摩擦力に大きく影響することがわかったので報告する。

(1) 諸論

美容ローラは日常生活では美容や健康目的で使用されている。持ち手に設けられた軸により支持された転がり運動可能な転動体が皮膚に接触しながら回転する構造となっている。美容ローラは、持ち手の軸の進行方向と転動体の転がり方向が異なっていて、美容ローラを使用している時に皮膚と転動体の間で圧縮やすべりが起きている。この圧縮やすべりによる摩擦力が、転がり軸受の軌道面と転動体の間で生じている圧縮やすべりに似てているのではないかと考えられる。転がり軸受においては、圧縮やすべりは転がり疲れに直結し、寿命に大きな影響を与える。美容ローラにおける転動体と皮膚の接触条件が肌に与える摩擦力の影響を明らかにすると共に、転がり軸受の接触と共通点を明らかにする。

(2) 実験装置

実験では図1に示すボールスプラインの先端に転がりユニットを軸部分にひずみゲージを取り付け、送り軸に取り付けた皮膚の代用としたシリコン製の転動面に接触させる事によってひずみを測定する装置を作成した。

ユニットにはギヤカップリングとラックピニオンが取り付けられてあり、60Tのギヤカップリングの1歯を回転させるごとにテーブル送り方向に対する角度を 6° ずつ、またギヤカップリングに設けた取付穴の組み合わせによって最小 2° 刻みの割り出しが可能である。また、ラックをスライドさせる事によってピニオンを回転させて転動面に対する転動体の自転軸を傾ける事ができる。発生する負荷については、ひずみゲージを使用してテーブル送り方向X軸、テーブル送り方向に垂直方向Y軸、ねじり方向W軸の3軸の測定を行う。

(3) 実験方法

条件を表1に示す。また、テーブル送り軸と自転軸のなす角度を α 角、転動面と自転軸とのなす角度を β 角、荷重をFとし、表2に示す数値の組み合わせで計27通りの実験を行った。図2, 3に予備実験として行った、シリコン硬度と接触面積との関係、荷重と接触面積との関係を示す。

(4) 荷重の変化によるひずみ波形について

図4, 5に α 角 $=0^\circ$ 、 β 角 $=0^\circ$ で荷重が2Nと5NのときのY軸方向の結果を示す。これより、ひずみの波形が安定していないことがわかる。また、図6に示す荷重8Nの荷重では安定した。これは、荷重に対する転動体と転動面の接触面積が関係している

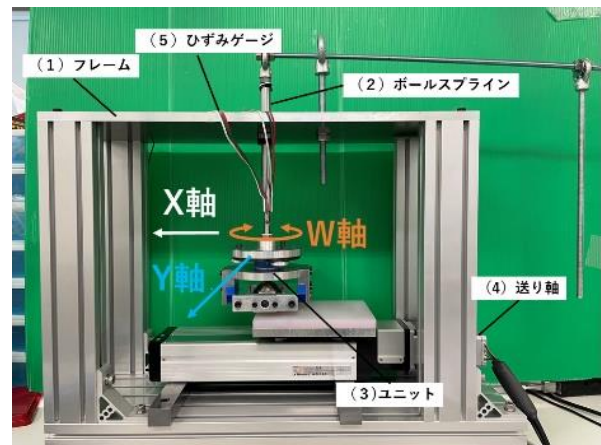


図1 実験装置

表1 固定実験条件

| | |
|---------|------------------------|
| シリコン硬度 | 30[°] |
| 往復数 | 10 |
| ストローク距離 | 120[mm] |
| 速度 | 50[mm/s] |
| 加速度 | 25[mm/s ²] |
| 停止時間 | 1[s] |
| 測定回数 | 10 |

表2 変動実験条件

| | |
|------------|------------------------------|
| α 角 | $0^\circ, 6^\circ, 12^\circ$ |
| β 角 | $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ$ |
| 荷重 F | 2N, 5N, 8N |

と考える。荷重によりシリコンが沈み込み、シリコンの変形量による弾性力が大きくなると共に、接触面積が増加することで、ボールスプラインの揺れや振動が軽減され、測定データが安定したと考えられる。以降の報告は荷重が8Nの場合の結果を示す。

(5) α 角の変化とひずみの関係

α 角が 0° の図6と α 角が 12° の図7を比較すると、 α 角の違いでY軸方向のひずみが著しく大きくなっていることがわかる。また、波形についても α 角 $=0^\circ$ では先端が鋭利であるが、 $\alpha=12^\circ$ では平坦部が形成されている。次に、波形の凹凸について、 α 角 $=0^\circ$ では振動しているような波形であるが、 α 角 $=12^\circ$ ではなめらかになっている。

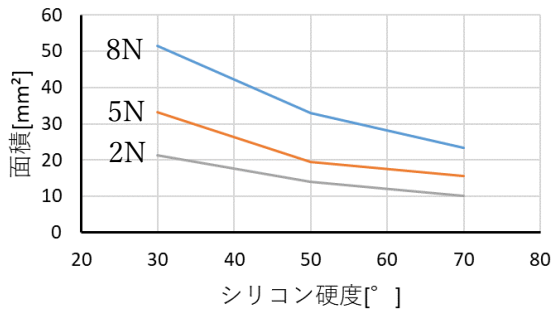


図2 シリコンの硬度と接触面積の関係

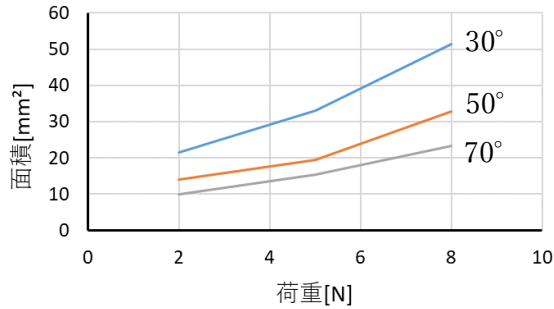


図3 荷重と接触面積の関係

また、図7において山のピークの終わりに段差のような波形が確認され、折り返しを行う際の1秒間の停止の際に起きていと推測される。これは、送り軸稼働時に進行方向と反対向きに作用する弾性力と停止時に働く弾性力に差があるためと考えられる。

(6) β 角の変化とひずみの関係

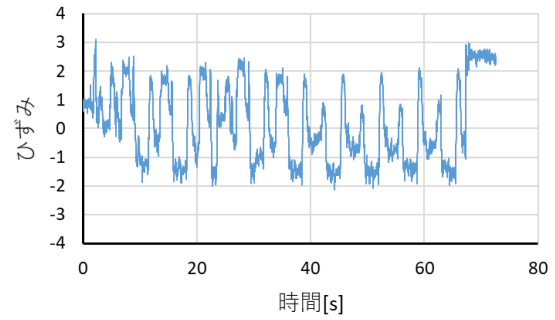
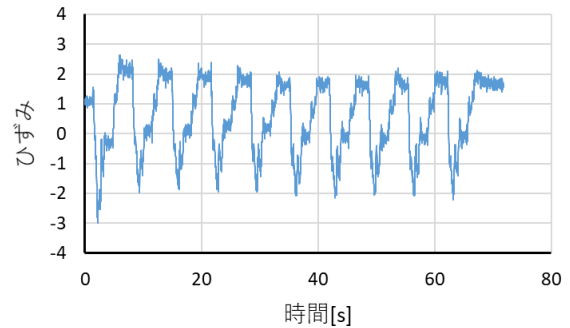
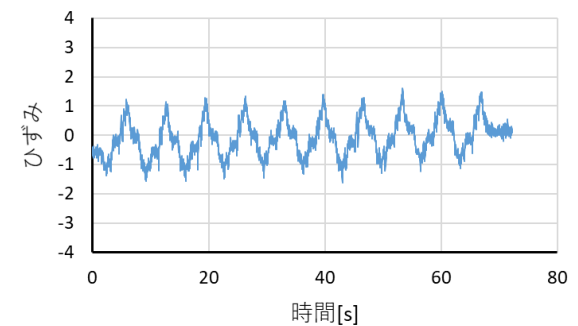
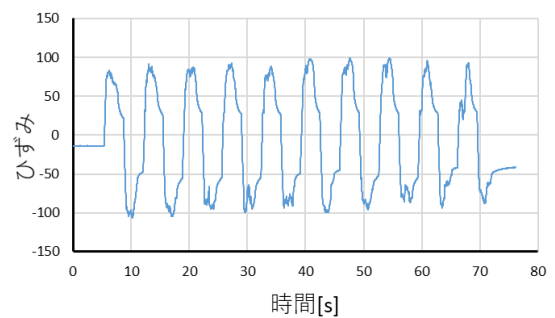
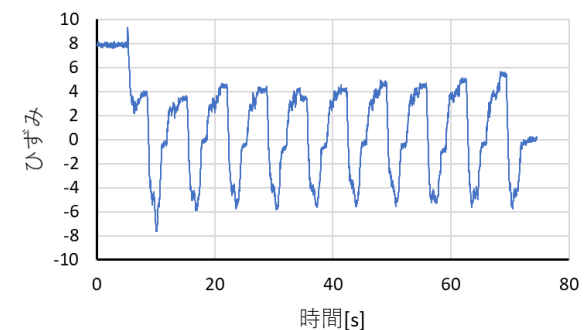
β 角が 0° の図6と β 角が 12° の図8を比較すると、 β 角の違いによるY軸方向のひずみの変化は α 角による変化よりも小さいことがわかる。波形も β 角 0° では先端が鋭利であるが、 β 角 10° の時は緩やかな右上がりの波形になっている。また、 β 角 0° では基準線0の上下の行きと戻りの波形は類似しているが、 β 角 10° では行きと戻りの波形が異なっており、戻りの波形は滑らかに減少していることがわかる。これは、 β 角の角度を変えると転動面と自転軸のなす角が大きくなり、接触位置の変化によって摩擦力による波形の形状が異なると考えられる。

(7) 結論

今回はY軸方向のひずみの評価について報告した。この結果、転動面に対するひずみは β 角の変化に比べて α 角の変化の影響が著しく大きいことがわかった。皮膚への摩擦力について考えると、美颜ローラにおいてその効果を得るには、送り方向と自転軸のなす角度が重要であり、皮膚への摩擦による攻撃性を考えると、 α 角には最適値が存在する可能性があると考えられる。転がり軸受におきかえると、 α 角の影響を最も大きく受ける軸受は円筒ころ軸受や針状ころ軸受であると言える。これは円筒ころのスキューに相当するものであるため、スキュー角度によって生じる摩擦力についても検証していく予定である。

(8) 謝辞

研究を行うにあたり、オザック精工株式会社にご協力いただきました。感謝申し上げます。

図4 $\alpha=0, \beta=0, F=2$ 図5 $\alpha=0, \beta=0, F=5$ 図6 $\alpha=0, \beta=0, F=8$ 図7 $\alpha=12, \beta=0, F=8$ 図8 $\alpha=0, \beta=10, F=8$