グリップ表面の凹凸模様が握り易さに与える影響評価

○横山 清子 榎 千弘（名古屋市立大学大学院芸術工学研究科）

藤巻 吾朗（岐阜県生活技術研究所）安藤 敏弘（岐阜県商工労働部新産業振興課）

Evaluation of the Relationship between Grip Surface Profile and Usability.

Kiyoko YOKOYAMA, Chihiro TATE (Nagoya City University),

Goro FUJIMAKI (Gifu Pref. Research Institute for Human Life Technology),

Toshihiro ANDO (Gifu Pref. Commerce, Department of Commerce, Labor and Industry)

1. はじめに

グリップの握り易さや筋負担について、ラケットや工具を対象とした研究が行われている^{1,2)}。これらは、グリップの径や立体形状を対象とし、グリップ表面の凹凸模様に着目した例は殆ど認められない。本研究では、グリップ表面の凹凸模様（本稿では、シボと記載する）の凹凸の深さや模様の粗密に対する、筋負担と主観的な握り易さ、触感の変化を実験的に検証することを目的とする。特定の機器や道具を対象としない、基礎的な研究である。

2. 方法

表面のシボ形状が異なる9種類の円筒を介して、荷重を吊るして支える（静的負荷）場合と、引っ張りに抗して支える（動的負荷）場合の、手と前腕の筋電図と、握り易さなどの主観評価を測定した。実験参加者は、健康な男性5名、女性7名（22.2±0.6歳：平均±標準偏差）の計12名である。

円筒は、径35mm長さ200mm、シボは、1. シボ無 2. 横縞（8mm間隔、凹1mm） 3. 縦縞（8mm間隔、凹1mm） 4. 凸矩形（3mm辺、凹0.1mm） 5. 凸矩形（3mm辺、凹0.3mm） 6. 凹矩形（3mm辺、凹0.1mm） 7. 凹矩形（3mm辺、凹0.3mm） 8. 矩形（9mm辺、凹0.1mm） 9. 矩形（9mm辺、凹0.3mm）とした。

筋電図の測定部位は、短母指屈筋（母指第3関節の屈曲）、第1背側骨間筋（第2指第3関節の外転、屈曲。第2指の第1第2関節の伸展）、浅指屈筋（第2～5指第2関節の屈曲。手関節の掌屈）、総指伸筋（第2～5指の伸展。手関節の背屈）、橈側手根伸筋（手関節の背屈、とう屈）、尺側手根屈筋（手関節の掌屈、尺屈）の6箇所を選定した。測定は、多チャンネルテレメータシステムWeb7000（日本光電）を用い、サンプリング周波数1kHzで行った。図1に、筋電図電極の装着部位を示す。実験参加者は、全員右利きであり、右手で円筒を把持した。

図1 筋電図測定部位

図2 実験の様子

荷重は、静的負荷では、1kg、2kg、3kgの3種類の錘を15秒ずつ円筒を握り保持する。動的負荷では、電動スライダーにより5mm/sec、25mm/sec、50mm/secの速度で引っ張られる円筒を把持する。動的負荷は、各速度3回ずつ繰り返した。静的負荷と動的負荷の測定は、異日に行った。9種類のシボの測定順は、被験者毎にランダムとした。図2に静的負荷の実験の様子を示す。

主観評価は、各シボ、各荷重で、握り易さ、痛み、滑りやすさを、「全く無い」から「非常にある」まで、11段階の評価スケールで測定した。

静的負荷の筋電図は、荷重支持開始後2.5秒から10秒間の積分値を求めた。動的負荷では、筋電の最大値が観測された点から0.1秒遡った時点より最大値が観測された時点までの積分値を求めた。静的負荷の場合、各被験者で、9種類のシボ×3荷重の27個の筋電図の積分値の平均値と標準偏差値から、27個の値のZスコアを求めた。動的負荷は、各荷重による測定を3回ずつ行っているため、9種類のシボ×3荷重×3試行の81個の筋電図の積分値のZスコアを求めた。

3. 結果と考察

3.1 静的負荷実験

筋電図について、一元配置分散分析を行った結果、総指伸筋（1kg）、橈側手根伸筋（3kg）、尺側

手根屈筋(3kg)において、p値5%未満で有意な変動が見られた。しかし、多重検定でのサンプル間の差は見られなかった。

握り心地、痛み、滑り易さの主観評価は、いずれの荷重でも、一元配置分散分析においてp値1%未満で有意な変動が認められた。図3に、荷重2kgの主観評価のサンプル間の比較をエラーバーで示す。●が平均値、バーが標準誤差である。(a)握り心地、(b)痛み、(c)滑りやすさである。多重比較の結果、5%有意水準で、握り心地について、サンプル2と3、それぞれに対して、サンプル1, 5, 8が高く、痛みについて5%有意水準で、2と3に対して、1, 4, 6, 8, 9、加えて、5に対して1の値が低い、滑りやすさについては、2に対して、1, 3, 4, 6, 8, 9の値が高い結果となっている。2と3は、溝が1mmの横縞(2)と縦縞(3)である。溝が他より深いことで痛みを伴い、握り心地が悪いと評価されたと考えられる。深い横縞は、滑り易さ解消には最良の表面形状である。

3. 2 動的負荷実験

筋電図について、一元配置分散分析を行った結果、短母指屈筋では、すべての引っ張り速度で、第1背側骨間筋、浅指屈筋、橈側手根伸筋、尺側手根屈筋では、引っ張り速度50mm/secで、p値5%未満で有意な変動が認められた。図3(d)に、短母指屈筋の50mm/sec時の、サンプルに対する筋電図振幅の変動をエラーバーで示す。多重比較を行った結果、有意変動が見られた5つの筋全てで、横縞(サンプル2)の値が大きい。第1背側骨間筋では、深さ0.1mmで辺長3mmの小さいシボの筋電図振幅が小さい結果であった。これらから、深い横縞の表面形状は滑りが小さく、結果としてグリップを把持する力が大きくなり、引っ張り時の手や前腕の筋負担が大きくなると考えられる。表面に浅い凹凸形状を施すことで、グリップ把持の筋負担を小さくできる可能性が得られた。

握り心地、痛み、滑りやすさの主観評価は、全ての引っ張り速度で、サンプルに対してp値1%未満の有意な変動が認められた。多重比較の結果は、静的負荷条件の場合と概略同様の結果であったが、握り心地と痛みでは、サンプル2と3に加え、サンプル5(凸矩形(3mm辺、凹0.3mm))で握り心地が悪く、痛みが大きい結果となった。シボの深さがやや深く、3mm辺で細かいため、把持に際して、細かい突起が多数掌に触れることが原因と考えられる。滑りやすさも、静的負荷と同様に、深い横

図3 サンプルに対する主観評価と筋電図振幅の変化 (a)握り心地：2kg静的(b)痛み：2kg静的(c)滑りやすさ：2kg静的(d)短母指屈筋：50mm/sec動的

縞のサンプル2が滑りにくいことに加え、表面の凹凸が無いサンプル1は、滑りやすい結果となった。

4. まとめ

本研究では、グリップ表面の凹凸の深さや模様粗密に対する筋負担と主観的な握り易さの変化を実験的に検証した。その結果、滑りやすさの解消に効果がある深い横縞の表面形状は、把持に際し、掌が痛く、それが握り心地が悪いという主観評価と関連し、また、手や前腕の筋負担も大きいことが確認できた。握り心地を向上させ、把持の際の筋負担を小さくするためには、今回の結果では0.1mm程度の深さの凹凸模様が効果的と考えられた。

今後、表面の凹凸の深さや形状の定量値と筋負担や握り心地との関連の分析とグリップの具体的な利用場面に応じた詳細な検討を予定している。

参考文献

- 1) 坂元孝子他：“バドミントンラケットグリップの握り易さの評価”，機械学会、Dynamics and Design Conf. CD-ROM論文集，pp. 740-1-740-2，2007.
- 2) 迫秀樹他：“電動工具に関する人間工学的研究—グリップの違いについての評価”，静岡文化芸術大学研究紀要，11，pp. 85-91，2010.