

高感度スポーツ用具の開発

製品科学課
金沢大学工学部

溝口正人 水野 渡
米山 猛

1. 緒言

本県に産業集積があるスポーツ関連用品のうち、ゴルフや野球などの打具を把持する種目では、パフォーマンスを左右するグリップの操作性が重要である。

本研究では、個人の技能や嗜好に対応する打撃用具の仕様の最適化を目指して、様々な用具のグリップ力の検出と評価に取り組む。本報では、手指に装着可能な小型3分力センサを試作し、その基本性能を調べるとともに、グリップ力の検出を試みた。

2. グリップセンサ

2-1 検出原理

センサの基本的な検出原理となる平行平板構造¹⁾を図1に示す。これは、一対の薄肉平板形状を有するブロックで形成され、図1右に示すような力が加わると、両側の2枚の平行平板が両端固定支持条件のたわみ変形を起こし、平板表面にのびとちぢみの部分を生じる。

これらの変形部にひずみゲージを貼付してその変形量を検出することで、中央に作用する力を求めることができる。この構造は、厚み寸法の制限が小さく薄型化が可能で、しかも比較的簡易かつ安価にセンサが構成できるという特長を有している。また、この構造を組み合わせることにより、一体構造で剛性の高い多方向センサの構成が可能である。

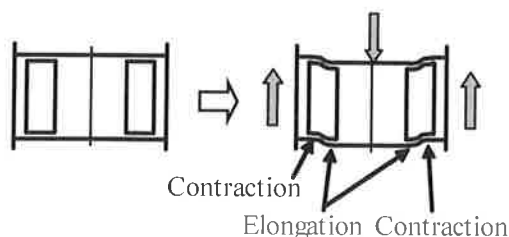


図1 平行平板構造による力の検出原理

2-2 3分力センサ

平行平板構造を3方向に組み合わせて、3分力の検出部を一体化したセンサを設計した²⁾。センサの基本構造を図2に示す。

センサは、ステンレス製の円管の一部を切り出した湾曲四角板に、X方向、Y方向、Z方向それぞれの力に対して弾性変形する平行平板を配置した構造となっており、寸法は約22mm×19mm×厚み1.5mmで質量は約3gである。XY方向の平行平板部は、肉厚0.5mm、長さ2mm、幅1.5mmであり、Z方向の平行平板は直径1mmの穴を肉厚1.5mmの中央にあけることで構成した。また、グリップと接触する受圧部には直径6mmのボタン状の突起を取り付けてある。

変形の検出部には、ベース幅1.2mm×長さ1.6mmの超小型タイプのひずみゲージ(株共和電業製)を各方向につき4枚、合計12枚貼付し、それぞれ4ゲージ法で

出力信号を増幅し、A/D変換後PCに取り込む。

薄肉部のばね定数および受圧部の質量から算出されたセンサの固有振動数は20kHz以上であり、本研究におけるグリップ力の測定のためには、十分な動特性を有しており、皮膚感覚の受容器の周波数帯域への対応も可能である。

試作したセンサの外観と力の方向を図3に示す。

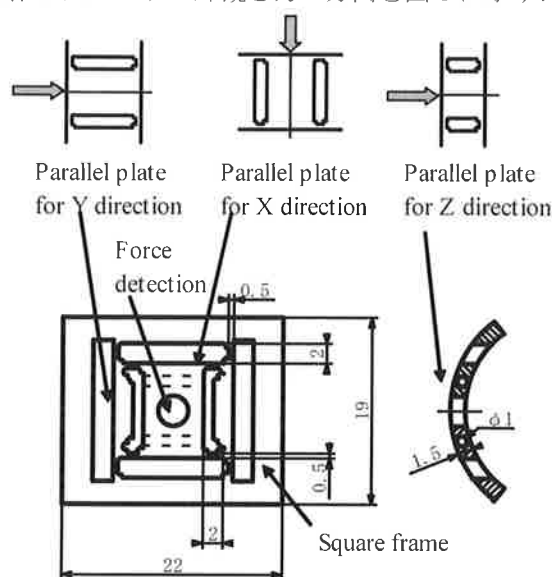


図2 3分力センサの構造

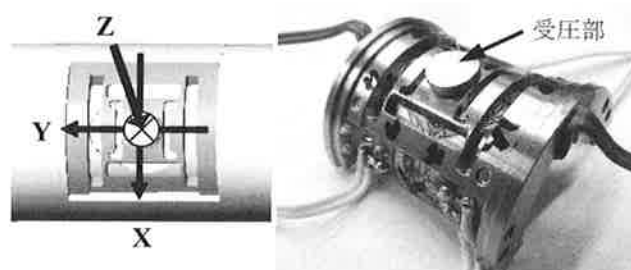


図3 センサの外観と力の方向

2-3 出力特性

製作したセンサに対し、X、Y、Z軸の各方向に力を負荷する校正装置を製作して出力の検定を行った。

センサ各軸の出力特性を図4に示す。

これより、XY方向では±25Nの範囲で、Z方向は約35Nまでの範囲で出力の直線性が認められ、除荷時のヒステリシスも小さい。出力感度は、X軸とY軸が約25με/N、Z軸は約10με/Nであった。また、各軸の相互干渉については、最大荷重付加時にX軸とY軸で約10%、Z軸で約15%程度生じているが、実際のグリップ力の測定値となる荷重領域では数%程度であるため、作用力を算出する際には干渉成分の補正は考慮していない。

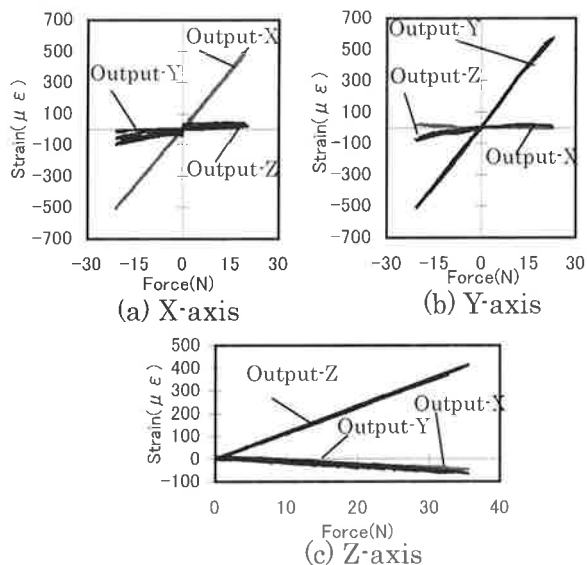


図4 センサの出力特性

3. グリップ力の測定

試作したセンサを指に装着し、各種打撃用具のグリップ動作を行った時の作用力を測定した。測定点は、既報³⁾⁴⁾のゴルフスイング動作における測定で比較的大きな力が作用していた右手中指とした。

センサを装着した状態を図5に示す。

なお、センサに柔軟性がないことや配線の経路確保の点から、実際にはセンサが装着可能な手指の部位が限定されるため、今後の検討課題とする。

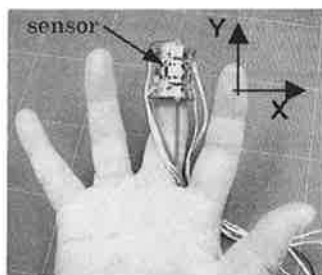


図5 指に装着したセンサ

測定の一例として、ゲートボールスティックをグリップし、握る→離す動作を5回繰り返したときの出力を図6に示す。また、4種類の打撃用具(野球バット、ゴルフクラブ、パークゴルフ、ゲートボール)のグリップ時に作用する各方向の作用力を図7に示す。

図7より、摩擦方向の力である F_x と F_y は種目により大きな差異はない。一方、圧力方向の力 F_z はゴルフ、PG、GBでは約8Nであるの対し、野球バットでは18N程度と大きい。これらは、用具の重量が重いこと、グリップ部が木製であり硬いこと、手指と用具の相対位

キーワード：スポーツ用具、グリップ力、センサ、平行平板構造、圧力、摩擦力

Development of a grip force sensor for the sports gear

Masato MIZOGUCHI, Wataru MIZUNO and Takeshi YONEYAMA

Gripping force in sports with stroke has close relationship with the performance and the feeling of the gear. In order to elucidate the gripping force on both pressure and friction, a sensor chip consists of parallel plate structure to be a detection principle was developed that can detect the force in radial (F_z), tangential (F_x) and axial direction (F_y), and in addition it was capable to install on the finger. Using a sensor chip, gripping force on finger in stroke action was measured. The result shows some differences by the item, so that the force degree and direction data will be useful for development of the advanced gear which has functional design for the athletes.

置が異なることに起因すると思われる。これより、用具の仕様やグリップ材の有無によって手指の作用力の特徴が異なってくることが示唆された。

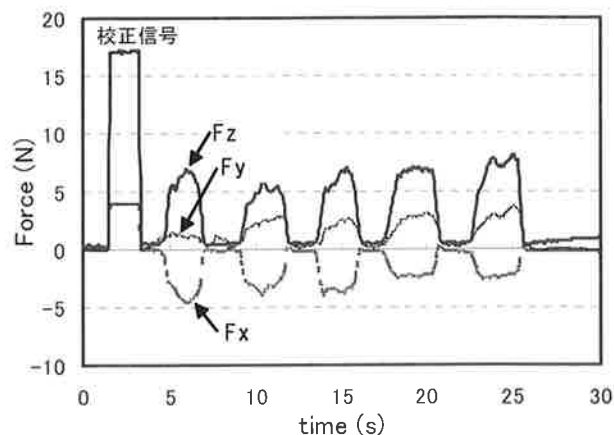


図6 測定結果の一例

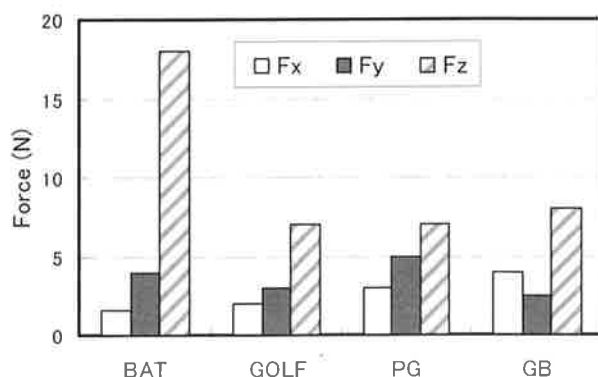


図7 打撃用具によるグリップ力の差異

4. まとめ

手に装着可能な一体構造型の3分力センサを試作し、各種打撃用具のグリップ作用力を測定した結果、種目による把持形態の差異がみられた。これらのデータは、力の作用方向を考慮したスリップ防止機能や、フィット性を高めたグリップの設計に有益な情報となり、新たな用具開発の指針となる。今後は、グリップ部の形状や素材による特徴の抽出や、ドアノブ操作など日常動作時の測定への応用を検討している。

「参考文献」

- 米山猛, 機械設計の基礎知識, (1993), 日刊工業新聞社.
- 溝口, 米山, 日本機械学会論文集, 72-714, C(2006), 561-566
- 溝口, 富山県工業技術センター研究報告, No.19(2005).
- 溝口, 日本機械学会, スポーツ工学シンポジウム2005講演論文集, No.05-16.