

個人適合型スポーツ用具の開発研究(2)

製品科学課
生産システム課
金沢大学工学部

溝口正人 羽柴利直
佐藤一男（現 企画情報課）
米山 猛 長谷川真俊

1. 緒 言

ゴルフ、テニス、野球など打具を把持するスポーツ種目においては、グリップが人間と用具の唯一の接点であり、パフォーマンスを左右する重要な要素のひとつである。本研究では、個人の身体特性や技能に対応した用具仕様の最適化を目指して、グリップ力の検出技術に取り組んだ。

前報¹⁾では、ゴルフクラブのグリップ部に内蔵可能な小型検力センサを設計してその基本性能を調べ、センサを装着したテストクラブによりグリップ圧力や摩擦力の測定を試みた。本報では、多点同時計測型のセンサグリップを試作し、スイングおよび打撃時の両手指各部の動力的力の測定を行った。

2. センサグリップ

前報と同様に、歪みゲージ式の検力素子をXYZ方向に配置して、10×10mmのセンサセルを構成した。

各検出素子の裏面にはL1.6×W1.2mmの超小型歪ゲージを貼付し、Z方向素子は4ゲージ法、XY方向素子は2ゲージ法でブリッジを組み、出力感度の向上と出力の安定性を図った。

センサセルを、ポリカーボネート製のパイプ（外径26×内径16×L260mm）の外周面对面に計4個埋め込み、センサグリップとした。グリップ重量は約80gであった。また、各方向についてセンサ出力を校正し、良好な感度と直線性を確認した。

試作したセンサセルとグリップを図1に示す。

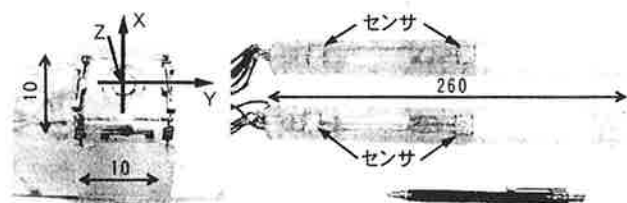


図1 センサセル(左)とセンサグリップ(右)

3. 実験方法

センサグリップを3種類の市販クラブ（ドライバー、5番アイアン、ウエッジ）のシャフトに固定してテストクラブとし、実験に供した。

各テストクラブを用いて、上級ゴルファーによる

素振りと打撃を行い、スイング中の動的なグリップ3分力を検出した。グリップセンサからの出力は、多チャンネル型動歪計で増幅後、200HzのサンプリングでA/D変換してPCに収集した。また、スイングのタイミングとグリップセンサ出力の同期をとるため、スイング開始とインパクト時刻を検出するセンサを配置し、スイング動作を250fpsの高速カメラで撮影した。実験の概要を図2に示す。

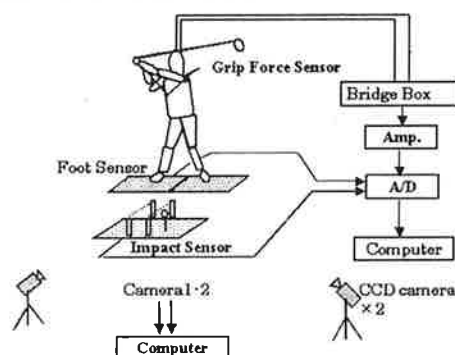


図2 実験の概要

今回の測定点は、別報²⁾の予備試験の結果をふまえて、左手が小指側掌と小指、右手は親指および中指とした。測定点を図3に示す。

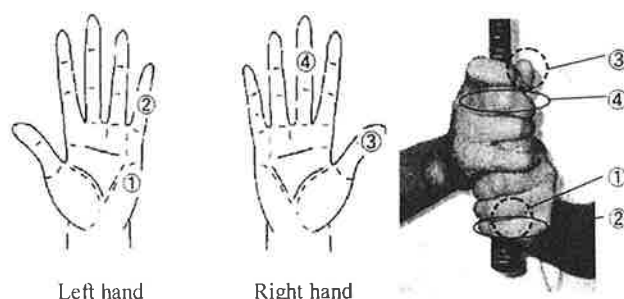


図3 グリップ力の測定点

4. 結果と考察

スイング時のグリップ力の測定結果の一例として、ドライバーによる左手掌①と右手親指③のデータをそれぞれ図4と図5に示す。なお、図中の縦点線と囲み文字は、スイングのタイミング（S：スイング開始、D：ダウンスイング開始、I：インパクト、F：フォロー）を表す。

図4から、左手小指側掌のスイング中の F_z はスイング中ほぼ一定値を維持している。これは、クラブの回転運動の支点としてのグリップエンドをスイング全般にわたり保持しているためである。 F_x はスイング開始時およびインパクト直前で+方向の力が作用しており、バックスイング時のリスト動作やインパクト時のクラブフェース面のコントロールに関与している力と思われる。 F_y は、インパクト時に発生するクラブの遠心力を身体に引きつける動作に伴い作用している力であると考えられる。

図5より、右手親指の F_y がスイング全体で大きく検出された。右手親指は比較的シャフト軸に沿ってグリップを支持する形態をとることから、主に軸方向に沿った力が作用する。特にダウンスイング中にクラブヘッド側へほぼ一定の力が作用しており、右手親指のグリップは、クラブの振り下ろし動作およびリストコックの解放動作と関連が深い。

以上の結果から、スイング中には俊敏かつ複雑なグリップ力が作用しており、特にインパクト前後で摩擦力の大きな変化が検出された。インパクト時のグリップ力の方向と大きさを示したものが図6であり、両手各部においてそれぞれ特徴的な摩擦力が作用していることがわかる。

5. まとめ

4個のセンサを内蔵したセンサグリップを試作し、ゴルフスイング中の手指各部の3分力を測定した。

実験から、手指各部には大きな摩擦力が作用している結果を得た。これより、作用力が大きい部分のグリップ表面に作用力方向を考慮したデザインを付与したり、スリップ防止機能を備えたグローブの設計など、新たなゴルフ用品の開発が期待できる。

「参考文献」

- (1) 溝口 他：富山県工業技術センター研究報告，No. 17(2003)。
- (2) 溝口 他：日本機械学会「スポーツ工学シンポジウム2003」講演論文集，No.01-22

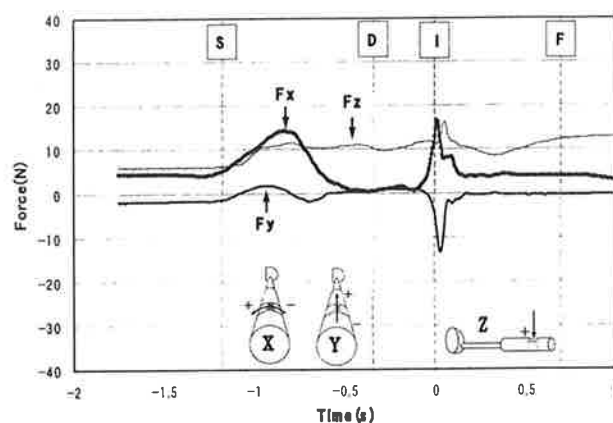


図4 スイング中のグリップ力(左手掌①)

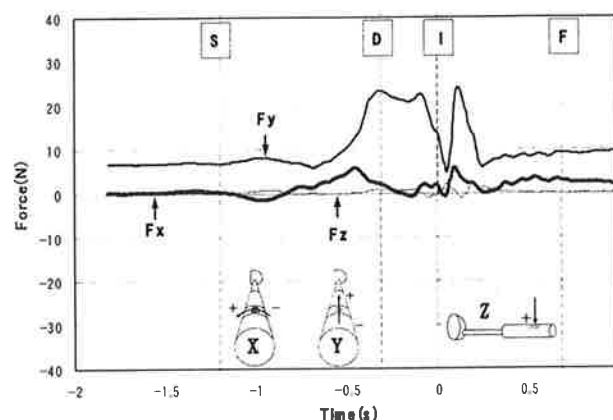


図5 スイング中のグリップ力(右手親指③)

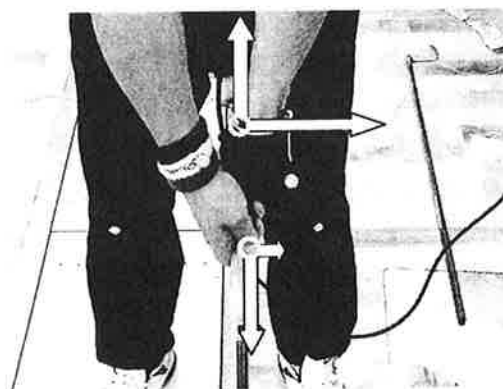


図6 インパクト時のグリップ力

キーワード：スポーツ用具、ゴルフ、グリップ力、センサ、圧力、摩擦力

Study on Suitable Sports Gear(2)

Masato MIZOGUCHI, Toshinao HASHIBA, Kazuo SATO
Takeshi YONEYAMA, Masatoshi HASEGAWA

The force sensor cell composed by bridge structure and strain gages was designed in order to detect the gripping force of sports. The sensor grip using the four force sensor cells was developed which can detect the gripping force in radial direction(F_z), tangential direction(F_x) and thrust direction (F_y). The sensor grip was attached on the shaft of the golf club and the dynamic gripping force on some part of finger and palm in swing action was examined. Some remarkable results of change in radial and frictional force were obtained. It is considered that these results will offer the many useful data in order to develop the advanced sports gear which have functional design and appropriate specification for each player.