

ハイブリッド型スポーツ用具の開発

製品科学課 溝口正人, 金丸亮二 生産システム課 羽柴利直*
金沢大学 飛田尚彦, 田賀富之, 米山猛

1. 緒言

ボールを打撃するスポーツ競技では、攻撃的なプレーだけでなくレシーブやパスなどの守備的動作を伴う種目があり、これらの用具には打撃特性に加えて操作性やボールコントロール性などの機能が求められる。

本研究では、攻守両面の用途を併せ持つ打撃用具を取り上げ、多機能な性能を有する用具開発を目的とする。本報では、フィールドホッケーのスティックを対象用具として、現状の用具物性や特徴を調べるとともに、振動特性や打撃試験による反発性能の結果から、機能向上を目指した設計の改善について検討した。

2. ホッケースティック

2-1 フィールドホッケー

競技では、1チーム11名の選手(うちゴールキーパー1名)がスティックでボールを操作して相手ゴールへの得点を競う。試合中には、ドリブル、パス、レシーブ、シュートなどの多彩な動作を伴い、選手には複雑かつ急激に変化する状況に的確に対応するためのスティック操作技能が要求されることから、スティック性能はパフォーマンスを左右する重要な要素となる。

2-2 スティックの概要

スティックの外観を図1に示す。主な用具規則として、重さが737g以下、厚みと幅が51mm以下、材質は金属以外であることなどが規定されている。長さには制限はないが、一般的には92~95mmが多用されている。

このようなスティックを使用して、重さと大きさが野球の硬式球とほぼ同じ樹脂製のボールを操作する。



Fig.1 Hockey stick

2-3 スティックの課題

これまでのスティックは伝統的・経験的な手法で設計されており、他の種目の用具に比べて科学的根拠に乏しいうえ、性能を示す数値データなどの情報が非常に少ないことから、競技者は主観的な感覚に頼って用具仕様を選択している。国内のホッケー人口は数万人といわれており、学童から社会人チームまでの幅広い競技層に対応した仕様の設定や、選択指標の最適化が望まれる。このためには、まず現状の用具仕様を精査することで問題点や改善点を把握する必要がある。

*現 機械電子研究所

3. スティック物性の調査

3-1 測定方法

現在市販されているスティックの中から、材質やタイプ別に分けた8本を抽出して試験に供した。各スティックの特徴を表す物性値として、質量、重心位置、慣性モーメント、打撃中心および振動特性を調べた。

慣性モーメントは振り子法による周期時間から求め、打撃中心は質量や重心位置から算出した。振動特性は、インパルスハンマ法により一次から三次までの各モードにおける伝達関数を30mmピッチで解析した¹⁾。

3-2 物性の測定結果と考察

各スティックの主な仕様と測定結果を表1に示す。

Table 1 Specification and properties of sample sticks

Stick No.	Material	Mass (g)	Length (mm)	Center of mass (mm)	Moment of inertia (kg·m ²)	Center of Impact (mm)	Profile	Type
1	FRP	522	927	564	0.197	235	Straight	Dribbler
2	FRP	558	927	593	0.238	182	Curved	Dribbler
3	FRP	570	927	594	0.238	203	Straight	Standard
4	FRP	523	927	550	0.192	233	Straight	Standard
5	FRP	559	927	552	0.217	191	Straight	Power hitter
6	FRP	544	927	563	0.220	174	Curved	Power hitter
7	Wood	705	927	567	0.287	177	Straight	Power hitter
8	Wood	561	927	550	0.217	190	Curved	Dribbler

3-2-1 慣性モーメント

表1より、グリップエンド周りの慣性モーメントは、0.192~0.287kg·m²であり、野球バットやゴルフクラブと同等かやや小さい値であった。近年は操作性を重視してやや小さくなる傾向がみられるが、ボール反発には不利となるため、適切な値を考慮する必要がある。

3-2-2 打撃中心

打撃中心とは、ボール打撃時にスティックの並進運動と回転運動が相殺されグリップ部への力学的な負荷が最小になる点であり、ボールの操作性と関連が深い。

表1より、ヘッド先端から174~235mmのシャフト部に位置しているが、実際にはこの部位での打撃はかなり困難であり、競技者の多くは先端部で打撃するためにボール反力の負荷を受けている。今後は、打撃中心位置をより先端部に近づけるための設計が望まれる。

3-2-3 振動特性

ホッケースティックは野球バットに比べて厚さが小さいため、打撃時には大きな振動が生じる。振動特性の測定結果の一例として、スティックNo.2のモード形状を図2に示す。打撃感触に関与する一次モードの節は先端から160mm付近にあり、この近傍で打撃すると振動が抑制され打感や反発に優れるが、打撃中心と同様に競技者にとって打撃が困難な部位であることから、振動抑制のため曲げ剛性などに改善の余地がある。

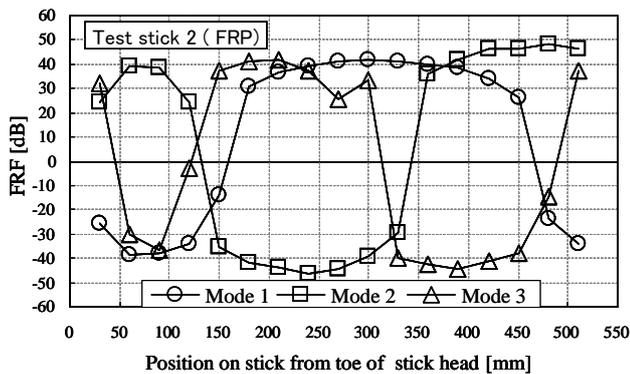


Fig.2 Mode shape of stick (No.2)

4. ボール打撃試験

4-1 実験方法

スティックの各部で打撃した際に、ボール初速度が最大になる位置(最大打撃点)を実験的に特定するとともに、打撃中心や振動特性との関係を検証するため、ゴルフ用スイングロボットによる打撃試験を行った。

打撃点はヘッド先端から180mmの位置を点0として、そこから両方向に30mmピッチでヘッド方向に4点、グリップ方向に4点の計9点とした。ヘッド先端速度を20m/sに設定し、各打撃点でのボール初速度をレーザー型センサにより測定した。概要を図3に示す。

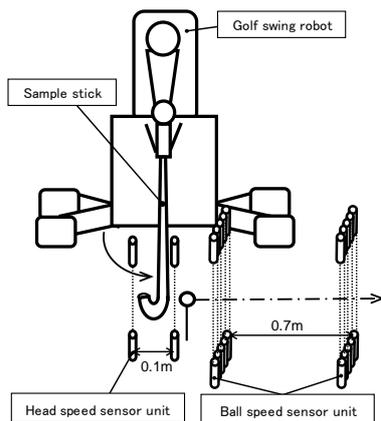


Fig.3 Experimental setup of robot hitting test

4-2 打撃試験結果

打撃結果の一例として、スティックNo.2の各点にお

るボール初速度の分布を図4に示す。ボール初速度は打撃点0の付近で最も大きくなる傾向がみられるが、これは打撃中心や振動の節とほぼ同じような位置であり、他のスティックでも概ね打撃点-1から1の間で極大値をとる傾向がみられた。

このような結果を一流選手は既に経験的に把握しており、攻撃時には最大打撃点で打つために低く屈んだ姿勢をとっている。しかしながら、身体負担が大きくなるとケガの危険も伴ううえに競技の流れにも影響することから、安全性を考慮しながらプレーのパフォーマンスを高めるためにも、反発性が高いエリアをよりヘッド側に移行するような性能の改善が望まれる。

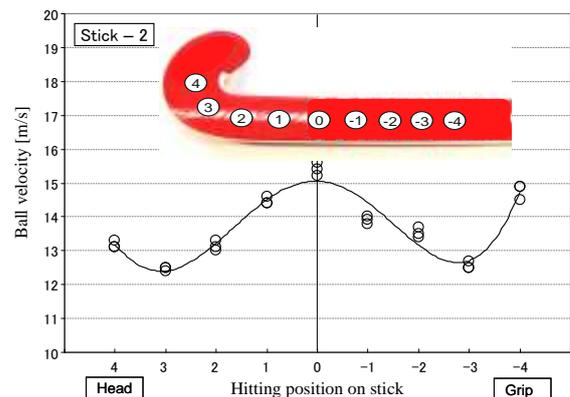


Fig.4 Ball velocity in each hitting position on stick

5. まとめ

攻守両面の性能が要求されるスポーツ用具の開発を目的として、フィールドホッケーを対象に市販のスティック物性や打撃特性を実験的に調べた。その結果、打撃性能やボール操作性からみた最適な打撃点はヘッドから離れたシャフト部分に位置しており、改善の余地があることがわかった。このため、3D-CADによる設計と解析を行いながら性能向上を図るための仕様を検討しており、この設計をもとに木製のスティックを試作してその物性と打撃特性の検証に着手している。

「参考文献」

(1) 飛田他, 日本機械学会, スポーツ工学シンポジウム2010講演論文集, No.10-53.

キーワード: スポーツ用具, フィールドホッケー, スティック, 振動特性, 打撃特性,

Hitting performance of field hockey sticks

Masato MIZOGUCHI, Ryoji KANAMARU, Toshinao HASHIBA
Naohiko TOBITA, Tomiyuki TAGA and Takeshi YONEYAMA

The purpose of this study is to investigate the hitting performance of the field hockey sticks. In this report, the basic physical properties such as moment of inertia, center of impact, bending stiffness, stiffness distribution and vibration property were measured in eight selected hockey sticks. Then, hitting test was carried out by using the golf swing robot in order to investigate the maximum hitting point which has close relationship to performance in shooting and passing actions. As a result, some basic and remarkable data of the stick properties were obtained as follows. (1) The moment of inertia and the center of impact depended on mass and center of mass. (2) The node of the first mode was around 160mm from the toe of the stick head. (3) In the robot test, the ball speed increased at the point of around 180mm than at the head where most players usually hit the ball.