

打撃用具の高機能化研究

製品科学課 溝口正人、浦上晃
金沢大学 一重洋太、香川博之、米山猛

1. 緒言

本研究では、県内のスポーツ用品製造業に関連する近年の用具ニーズに対応するための基礎研究を行い、打撃性能の改善や用具特性の評価手法を検討した。

本報では、対象用具として①ホッケースティックと②ビリヤード用キューを取り上げ、①では打撃性能向上を目指した仕様改善と効果の検証、②ではキュー先端の皮革製タップの特性評価技術に取り組んだ。

2. フィールドホッケースティックの打撃性能の改善

2.1 スティックの現状と課題

市販スティックの外観を図1に示す。現状のスティックは伝統的な設計が踏襲されており、構造や形状に起因してスティック上の打撃中心（反発性が最大となる点）がヘッド先端から離れたシャフト部分に位置する^{1) 2)}ことから、選手は屈んだ姿勢で横打ちをすることにより大きなボール速度を得ている。しかし、このような打撃フォームは膝や腰への負担が大きいうえ、ドリブルからシュートへの移行に大きな動作が必要となり、迅速性が求められる戦術にも影響する。



Fig.1 Hockey stick

2.2 スティックの質量バランスの検討

上記課題の改善を目指して、スティックの質量バランスを変えることで打撃中心を先端側へ移動させる方法を検討するとともに、その効果を検証した。

鉛製ウェイト(100g)を市販のスティック(長さ923mm、質量567g)に装着して意図的に質量バランスを移動させた際の慣性モーメント、打撃中心、振動特性等の物性の変化を比較するとともに、ボール衝突試験によりスティック各部における反発係数を測定して打撃特性の改善効果を調べた。ウェイトの装着位置は、グリップエンド部、シャフト中央付近およびヘッド部の3か所に設定し、ウェイト装着なしと併せた4条件とした。

ウェイトの装着位置を図2に示す。

2.3 物性の比較

ウェイトの装着条件によるスティックの物性を実測した結果を表1に示す。表1より、ヘッド部に装着の場合④には、ウェイトなし①に比べて打撃中心(COP)の位置がヘッド側に40mm移動しており、一次固有振動の節(1st Node)も若干ヘッド側に移ることから、打撃特

性の改善が期待できることがわかる。また、慣性モーメント(MOI)が大きくなるため、攻撃時のパフォーマンスの向上や守備時のボール保持性の改善が期待できる一方で、操作性の低下を招くことも想定される。

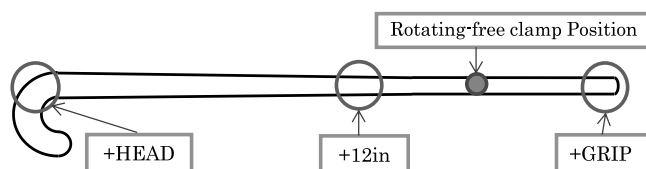


Fig.2 Position of the addition weight

Table1 Comparison of physical properties

Case	MOI[kg・m ²]	COP[m]	1 st Node[m]
① Normal	0.145	0.734	0.769
② +GRIP	0.147	0.771	0.74
③ +12in	0.147	0.712	0.77
④ +HEAD	0.201	0.774	0.779

2.4 反発特性の効果

当所の衝撃力負荷装置を用いて、ホッケーボールをエア圧により発射して自由回転支持したスティックに衝突させることにより、スティック各部の反発係数を調べた。今回はボールの衝突速度を約65km/hとし、反発係数は角運動量保存則により算出³⁾した。

結果の一例を図3に示す。グラフの横軸はスティック上の衝突位置のグリップエンドからの距離を、縦軸は反発係数を示し、表1で求めた打撃中心と振動の節の位置も縦線で記してある。

ウェイトなし①とヘッドに装着④を比較すると、後者では全般に反発係数が2割程度高く、特にヘッド先端側でその差が顕著になる。これは、選手がスティックの先端寄りでもボールを打ちやすくなり、上体が立った姿勢で打撃を行えることを示唆しており、反発係数の向上と併せて身体負荷の軽減やパフォーマンス向上が期待できる。

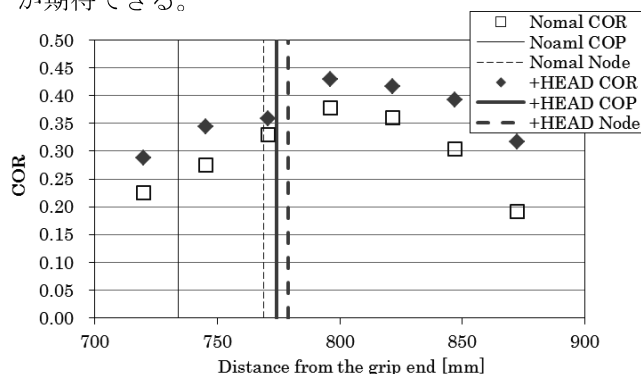


Fig.3 COR in case of ① and ④

3. ビリヤードキューの特性評価

3.1 キューの概要

手球を撞(つ)くキュースティック(cue stick、以下キュー)は、木製シャフトの先端に革や樹脂製のタップ(tip)を貼付けたものが使用されている。

キューとタップを図4に示す。市場のタップには多様なタイプがあり、その物性や構造は手球の操作性や感触との関連が深い。性能評価に関する研究事例は少なく、仕様の記載根拠もアバウトである。そこで本研究では、タップの動的特性を抽出して性能を比較するための簡易な試験方法を考案し、反発性能や打突時の反力による感触評価技術について取り組んだ。



Fig.4 Cue stick and tip of billiard

3.2 タップ性能評価装置の試作

打突現象を再現できる落下式の装置を試作し、キューを模擬した金属棒の先端に測定対象のタップを貼り、様々な速度で打突した際の動的負荷力や接触時間を検出した。また、落球試験により反発性能を比較した。

打突時のキューの速度は、競技者の実測値から1~3m/s程度であり、これと等価な速度が得られるように自然落下の高さを0.05~0.4mに設定した。評価対象のタップは、メーカーとタイプの異なる7種類の市販品を選択した。測定方法の概要を図5に示す。

3.3 実験結果

タップの落下高さ h と打突時の最大衝撃力 F_{max} の結果を図6に示す。図6より、同一条件での打突でもタップの種類により最大で3割程度の最大衝撃力の差がみられた。また、接触時間は衝撃力にほぼ反比例し、落下高さが大きくなるとやや減少する傾向があった。なお、反発性に関しては明確な差異を検出できなかった。これより、手球の速度制御や打突き感などの動的特性を簡易な評価手法により分類

することができ、競技者が求める操作性や使用感の選択が容易になるうえ、製造の品質向上や仕様を細分化した特性を持つタップの開発を促進することができる。

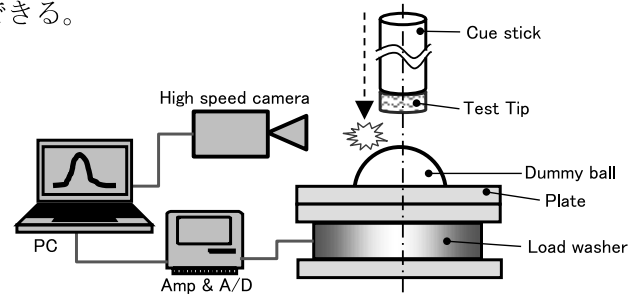


Fig.5 Experimental setup

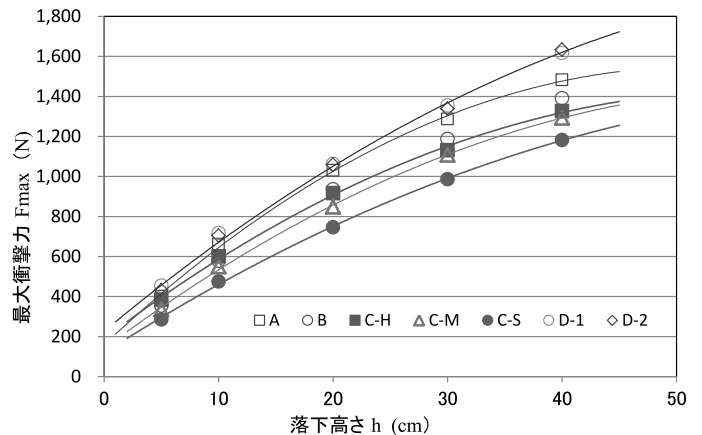


Fig.6 Relationship between h and F_{max}

4. まとめ

今後は、FRP材による中空スティックの試作を検討しながら実用的なスティック開発を目指す。また、手球のスピンの摩擦特性を考慮したキュータップの評価技術にも取り組む。

本研究で使用した試験用タップは、株式会社ジャストドゥイットの協力を得て調達したことを記して謝意を表す。

「参考文献」

- (1) 溝口他、富山県工業技術センター研究報告、No.26(2012)、No.27(2013)
- (2) 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.A33.
- (3) 一重他、日本機械学会、スポーツ工学シンポジウム2013講演論文集、No.13-34.312.

キーワード：打撃用具、フィールドホッケースティック、ビリヤードキュー、反発係数、打撃感触

Development of the evaluation method of the field hockey stick and the cue stick of billiard

Product Development Section Masato MIZOGUCHI, Akira URAKAMI
Kanazawa Univ. Youta ICHIYU, Hiroyuki KAGAWA and Takeshi YONEYAMA

The purpose of this study is to develop the newly field hockey stick and the cue stick of billiard with high performance. At first, about the hockey stick, a stick for examinations was suggested which a weight was added to three positions on the stick to change the mass balance, and examined the physical properties such as center of percussion, moment of inertia and hitting performance of coefficient of restitution. As a result, the center of percussion moved to the stick-head side by 40mm, and an effective possibility was shown in the ball speed by the result of ball collision test. Next, a simple evaluation method to investigate the characteristics of the cue tip for billiard was designed, and the maximum impact force, contact time and rebound performance of some tips on the market were examined. The result suggests that the classification of the performance type is possible by these parameters.