

# 身体負荷を考慮したスポーツ用具の設計と開発

製品科学課  
生産システム課

溝口正人  
羽柴利直

## 1. 緒言

近年のスポーツ用具は物理的性能が円熟する一方で、感性的な機能向上や個人の身体能力に対応した仕様の最適化技術が新たな課題となっている。本研究では、打撃用具の動的負荷力や用具把持部に作用する力の測定および用具仕様による身体負荷の解析等について実験的なデータを収集し、これらを考慮した用具設計と開発を支援することを目的とする。このため、今回は打撃用具に作用する衝撃力測定装置を製作し、ボール衝突による負荷力や変形等の特徴について調べた。

## 2. 衝撃力測定装置

一般に、打撃スポーツのインパクトにおける衝突速度は時速100kmを超え、その一方で接触時間は数ms程度と短いことから、ボールの質量に比べてその衝撃力は予想外に大きい。このため、測定装置には高い剛性と強度が求められることを考慮して、圧電型と加速度検出方式による動的負荷力測定装置を設計した。

試作した測定装置の概要を図1に示す。

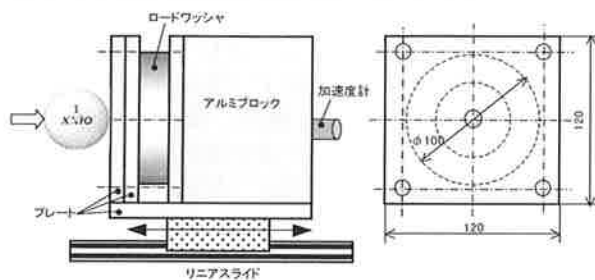


図1 衝撃力測定装置

装置前面の検力板にボールを衝突させ、裏面の水晶圧電型のロードワッシャにより衝撃力を検出する。これと同時に、背面に取り付けた加速度ピックアップから衝突時に装置に作用する加速度を検出し、検力部質量との積により衝撃力を算出する。前者は正面衝突時の衝撃力、後者は正面衝突と斜め衝突時の力を測定する。また、衝突面の材質や角度を変更することにより、用具を模擬した衝撃力の測定が可能である。

ロードワッシャと加速度計からの出力は、それぞれアンプで増幅後、100kHzのサンプリング速度でA/D変換を行いPCに収集した。

## 3. 実験方法

衝突現象計測システム(エアキャノン)によりボールをほぼ無回転で発射し、速度を段階的に設定して測定装置に衝突させた。衝突速度は30~180km/hの範囲で段階的に設定した。ボールは、野球(硬式、軟式)、テニス(硬式、軟式)、ゴルフの各公式球を使用した。各種ボールの仕様を表1に示す。

表1 各種ボールの仕様

種目	直径 (mm)	重さ (g)	材質		
			コア	中間層	カバー
野球(硬式)	73	145	コルク	羊毛	牛皮
野球(軟式)	72	136	—	—	ゴム
テニス(硬式)	66	57	—	ゴム	ウール&ナイロン
テニス(軟式)	66	30	—	—	ゴム
ゴルフ	43	46	ゴム	樹脂	樹脂

## 3. 実験結果

結果の一例として、硬式テニスボールの衝撃力の時間波形を図2に示す。これより、接触時間 $t_c$ は約4msで、最大衝撃力 $P_{max}$ は1kNを超えることがわかる。

衝撃力波形の推移から、最大値に至る経過時間や増加の傾きに違いがみられる。これは、ボールの変形に伴う内部構造の影響と予想され、この現象が打撃感触や打撃音など感性的な特性に関連していると考えられることから、変形を考慮した用具仕様を検討することで、性能や感触に優れた用具の開発が期待できる。

衝突速度による $P_{max}$ の測定結果を図3に示す。これより、実戦レベルとなる速度領域では、2kN近い最大衝撃力が作用していることがわかる。

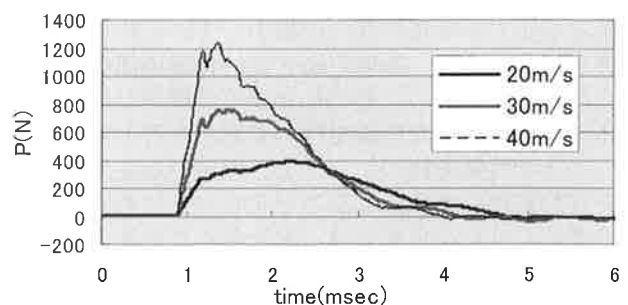


図2 ボール衝突時の力の推移 (硬式テニス)

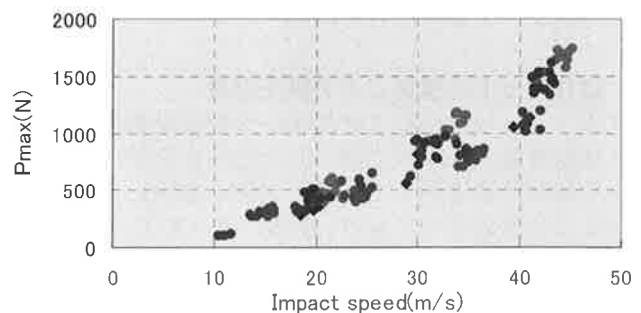


図3 ボール衝突速度による最大衝撃値

## 4. まとめ

製作した衝撃力測定装置により、各種目のボールインパクト時に作用する力の検出が可能となった。

今後は、用具打撃部の材質や形状による違いや、用具把持部の振動やトルクを測定し、身体への負荷の影響を調べる予定である。