

音響振動特性に優れた打球用具の開発支援研究

生産システム課
製品科学課

羽柴 利直
溝口 正人

1. 緒言

近年、打球用スポーツ用具においては、従来から重視されてきた飛距離等の機能性に加えて、打球音や打球時に手に伝わる振動など、競技時の感性的な快適性に関わる要素の改善が求められる潮流がある。

本研究では、特に打球音への関心が高い打球用具であるゴルフクラブについて、打球音の改善のための設計指針を得るため、ヘッドの構造が異なるクラブを試作し、打球音の違いを解析した。

また、手に振動が伝わりやすいとされる打球用具の一つである野球用木製バットについて、芯を外して打球した時の手のしびれを軽減するための設計指針を得るため、形状の異なるバットを試作し、励起される振動の違いを解析した。

2. 実験方法

2. 1 ゴルフクラブの打球音の解析方法

ヘッドの構造について、基準とするクラブ（クラブ1）、基準クラブのヘッドに2gのウェートを付加したクラブ（クラブ2）、ヘッド体積を25cc減じたクラブ（クラブ3）を試作した。

試作したクラブの仕様を表1に示す。

これらのクラブをスイングロボットに取り付け、ヘッド速度40m/secにて打球したときの打球音を、ボールから0.5m離れた位置に設置した騒音計（ブリュエル・ケアー社製積分型精密騒音計2236型）にて測定し、最大音圧レベルを記録した。また、騒音計の音響信号をDATレコーダ（SONY製PC204Ax）にサンプリング周波数48kHzで取り込み、非定常信号解析ソフトウェア（ブリュエル・ケアー社製WT9362型）にて短時間周波数分析を行い、打球音のサウンドスペクトログラムを求めた。

表1 試作したゴルフクラブの仕様

試料名	全体重量[g]	ヘッド体積[cc]
クラブ1	297.2	455
クラブ2	299.2	455
クラブ3	294.5	430

2. 2 野球用バットの振動解析方法

プロ野球選手の木製バットを基準形状としてモデル

に選び、基準と比べて先端R、総重量、長さが異なるバット4本を試作した。

試作したバットの仕様を表2に示す。

バットに加速度ピックアップを貼付し、インパルスハンマで加振したときの振動の伝達関数（イナータンス[G/LbF]）をFFTアナライザ（（株）アドバンテスト製R9211C）を用いて求めた。

表2 試作したバットの仕様

試料名	長さ [mm]	質量 [g]	先端径 [mm]	グリップ径 [mm]	エンド径 [mm]	先端R [mm]
バット1	853	918	φ65	φ25	φ47	R5
バット2	854	907	φ65	φ25	φ47	R15
バット3	852	876	φ64	φ25	φ47	R5
バット4	868	910	φ65	φ25	φ47	R5

3. 結果及び考察

3-1 ゴルフクラブの打球音の解析結果

各クラブの打球音の最大音圧レベルを表3に示す。また、サウンドスペクトログラムを図1に示す。

結果から、ウェートを付加したクラブ2は、音圧レベルの最大値が110dB[A]を超え、他のクラブよりも大きくなった。また、サウンドスペクトログラムから、クラブ2は他のクラブと比較して、打球音に5kHz以上の高音の残響のピークが多く含まれていることが分かった。これは、ウェートを取り付けることによってヘッドの重量や剛性が変わり、打球時にヘッド各部で励起される振動が変化し、複数の高い周波数の振動が発生するようになったためと考えられる。

これらの高音帯域の響きは、打球時の爽快感を生む一方で、不規則に多く含まれたり残響が過度に生じたりすると耳障りに聞こえる要因にもなることから、ヘッド構造を工夫して高音のピークを調整することにより、打球音の心地よさを高めたクラブの開発が可能であると考えられる。

表3 打球音の最大音圧レベル（A特性）

試料名	最大音圧レベル（dB[A]）
クラブ1	105.2
クラブ2	113.7
クラブ3	104.0

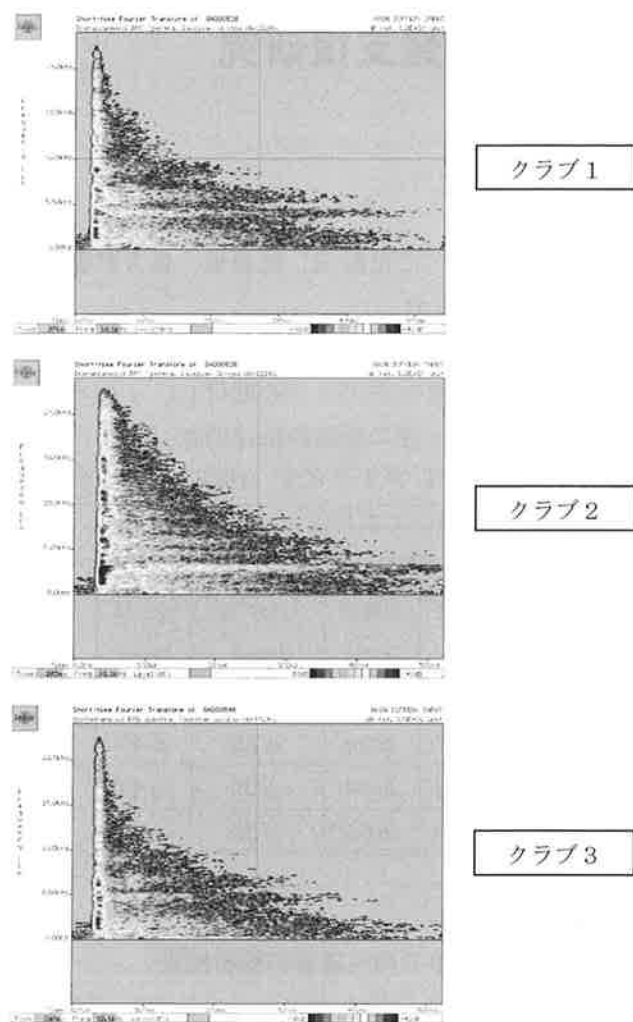


図1 打球音のサウンドスペクトログラム

3. 2 野球用バットの振動解析結果

解析結果から、打球時に手に強く感じられる一次の振動モードの周波数が 100~200Hz の範囲にあることが分かった。この一次の振動モードについて、バットの先端から 100~250mm の位置における各バットの振動の伝達関数を図 2 に示す。

解析結果から、励起される振動が最も小さくなる位置は、いずれもバット先端から 170mm の位置で違いが見られなかったが、この位置においては、先端を大

きく面取りしたバット 2 の振動が最も小さくなった。

また、バット 4 (長尺バット) については、その近くの位置における伝達関数が他のバットと比較して小さいことから、結果としてスイートエリアが広がることが分かった。これらは、バット先端の形状や全体の長さにより、バットの剛性や振動の波長が変わり、打球時にバットに励起される振動が変化することに伴い生じる動特性の違いによるものである。

以上の結果から、バットの重量や操作性、打球の飛距離等への影響も考慮して形状や材質を総合的に最適化することにより、打球時にバットに励起される振動が抑制され、手のしびれが少ない木製バットを選手に提供できる可能性があると考えられる。

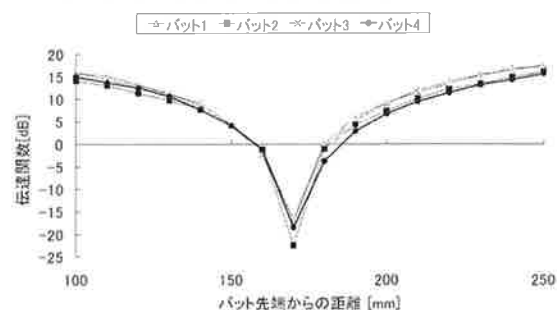


図2 バットの振動の伝達関数の解析結果

4. まとめ

ゴルフクラブのヘッドの構造を変更することにより、打球音の快適性に影響を及ぼす高音域の残響の分布に違いが生じることが明らかになった。また、野球用木製バットの形状を変更することにより、振動の伝達関数に違いが生じる結果が得られた。

ゴルフクラブのヘッドの構造、野球用バットの形状や材質について、より多くの条件で測定することにより、定量的な測定結果に基づいて、打球音や手に伝わる振動を考慮した用具を設計することが可能になると考えられる。

キーワード：スポーツ用具、打球音、サウンドスペクトログラム、振動モード、快適性

Study on improvement in characteristics of sound and vibration of sports goods

Toshinao HASHIBA and Masato MIZOGUCHI

The aim of this study was to improve acoustic and vibrant properties of sports goods. Three golf clubs and four baseball bats which have different structure and shape were manufactured in order to estimate the sound of the golf club and the vibration of the bat at the instant of impact. As a result, significant differences of the reverberation in high frequency band above 5000 Hz of the golf club, and vibration around 170 mm from the tip of the bat which has an influence on the feeling of the ball impact were obtained.