

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
上野 実*、羽柴利直

1. 緒言

本県の南砺市は、野球用木製バットの国内最大の産地であり、プロ野球など数多くの選手にバットを供給しているが、近年はバット材用の国産原木が枯渇する傾向にあり、メーカー各社では危機感を募らせている。

そこで本研究では、豊富かつ安価な資源確保が可能な竹材に注目し、竹製バットの物性や打撃特性を把握するとともに、従来のバット材に匹敵する性能を付与するための複合化技術に取り組んだ。本報では、素材の違いによる反発特性やボール衝突時に把持部に作用する衝撃負荷を比較し、次世代対応を目指した竹複合バットの設計指針を得たので、その結果を報告する。

2. 複合バットの試作

2.1 各種バット材の強度比較

前報¹⁾の結果より、竹製バットはボール衝突時に発生するグリップ部の衝撃振動が大きいことから打撃感触に劣り、反発性も小さいことが示唆された。そこで、打撃性能と強度の向上を図るために、合板構造の竹バットの芯部に強化木を配置する改善策を検討した。

まず、バット材として使用できる各種素材の強度物性を比較するための3点曲げ試験とシャルピー衝撃試験を行った。強度試験の結果を、図1と図2に示す。

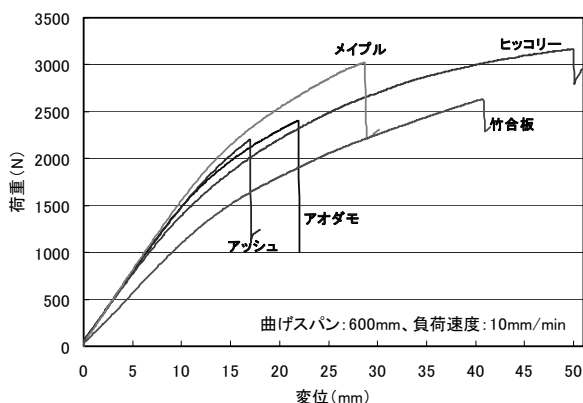


図1 各種バット材の3点曲げ強度

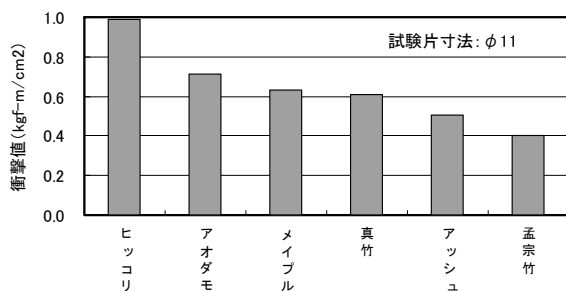


図2 各種バット材の衝撃強度

これより、竹材は負荷荷重に対する変形量が大きく、一般のバット素材(アオダモ、メイプル、アッシュ)に比べて曲げ剛性に劣り、衝撃強度も小さい。一方、強靱材の代表格であるヒッコリーは、比重が大きくバット素材としては不向きであるが、曲げ強度や衝撃強度が大きいことから、強化木として適している。

2.2 複合バットの構造

本研究で試作した竹複合バットの断面構造を図3に示す。母材の竹は中国産の孟宗竹を使用し、強化木には、強靱な物性が確認されたヒッコリー、およびバット材として十分な強度を有し素材調達が容易な北米産メイプルを選択した。



図3 竹合板および複合バットの断面
(左：竹合板、中：竹複合①、右：竹複合②)

2.3 テストバットの仕様

各種素材により試作したバットの仕様を表1に示す。

①～③は従来から現在プロ野球で使用されているバット材、③は竹合板、④⑤が強化木を複合化した竹合板バットである。なお、これらは全てNCバット加工装置により同一の寸法形状に旋削し、重量も統一した。

表1 テストバットの仕様

bat No.	材質	全長 (mm)	質量 (g)	最大径 (mm)	最小径 (mm)	グリップエンドノブ径(mm)	重心距離(mm) (グリップ端～)	慣性モーメント Ig(Nm ²)
①	アオダモ	840	829±1	63.0	24.5	50.0	561	0.409
②	メイプル	840	828±2	63.0	24.5	50.0	560	0.403
③	ホワイトアッシュ	840	823±1	63.0	24.5	50.0	559	0.377
④	竹合板	840	829	63.0	24.5	50.0	554	0.426
⑤	竹複合①(ヒッコリー)	840	830±1	63.0	24.5	50.0	553	0.426
⑥	竹複合②(ヒッコリー&メイプル)	840	829	63.0	24.5	50.0	555	0.412

2.4 複合化の効果

竹の複合化による改善効果を検証するため、表1の各バットの曲げ剛性を比較した結果を図4に示す。

これより、芯部を強化した複合バットの曲げ剛性値は従来素材と比べるとやや小さいものの、竹単体の合板素材に比べると改善効果が認められる。特にヒッコリーとメイプルで強化したものは従来素材にほぼ匹敵する剛性値が得られており、今後さらに強化木の複合率や配置方法を検討することで、曲げ剛性の改善が期待できる。

*現 機械電子研究所

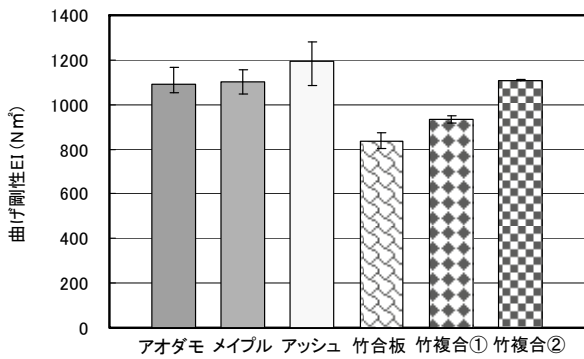


図4 テストバットの曲げ剛性の比較

3. ボール衝突試験

3.1 実験方法

前報と同様に、エアキャノン型ボール発射装置により硬式球を無回転で打ち出し、グリップエンドから125mmの位置で軸回転する治具により鉛直に吊下したバットに衝突させた。このときのボールの衝突速度と跳ね返り速度をスクリーン型レーザセンサにより測定し反発特性を比較した。また、打撃感触の評価のため、バット手元部付近に加速度計を固定し、ボール衝突時のグリップに作用する衝撃加速度を検出した。

ボールの衝突位置はバット先端から90~230mmの範囲で4箇所を設定した。ボールは高野連公認球を使用し、衝突速度は約100km/hに設定した。

3.2 結果(1)：反発特性の比較

衝突前後のボール速度比により反発特性を比較した結果を図5に示す。先端から打撃芯付近(140mm)の部位では素材による差は小さく、グリップ部に近くなると竹合板の反発性は低下する傾向があるが、強化木を複合化することにより向上効果が認められた。

3.3 結果(2)：衝撃加速度の比較

ボール衝突時にバットのグリップ部に作用する最大加速度を比較した結果を図6に示す。まず、ボール衝突位置の影響を比較すると、最大加速度はバット先端部で小さく、グリップ部では大きくなる傾向がみられる。次に、材質による差異を比較すると、竹合板は全域で従来素材に比べて大きい、複合化により先端部およびグリップ部で小さくなり、打撃感触の改善効果が認められる。しかしながら、打撃芯付近では逆に大

きくなる傾向がみられたため、今後さらにこの原因究明および改善に向けた検討が必要である。

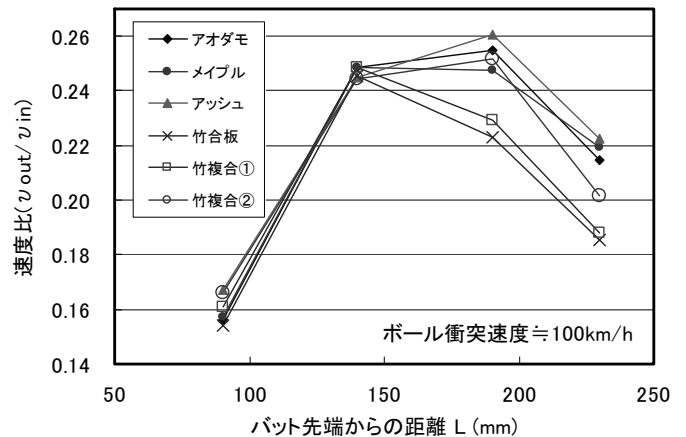


図5 各種バットの反発性能

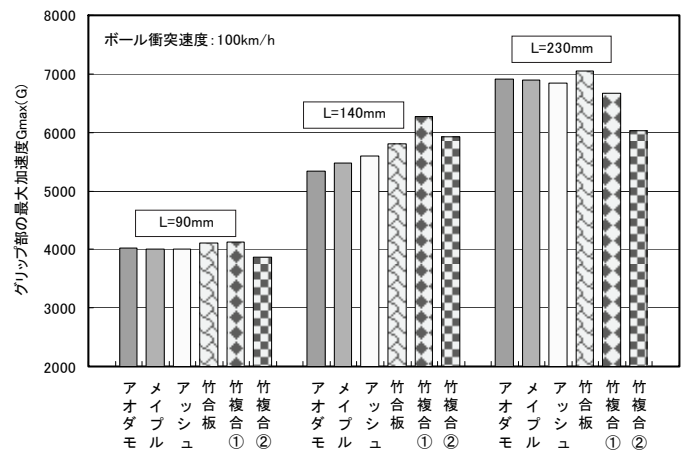


図6 ボール衝突時に作用する最大加速度

4. まとめ

竹を母材として強化木を複合化したバットを試作して打撃性能を比較した結果、反発特性や打撃感触の効果を確認した。一方で、さらなる性能改善の余地がある知見も得られたため、今後は強化材の種類や複合構造などの仕様を検討することで、打撃性能と身体負荷を考慮した用具設計の最適化を図る予定である。

本研究で使用したバットの加工は、(株)ロンウッドの協力を得たことを記して謝意を表す。

「参考文献」

- (1) 溝口ほか,富山県工業技術センター研究報告,№23(2009), 73-74.

キーワード：スポーツ用具，野球バット，反発性能，衝撃加速度，複合化

Development of the sports gear designed by optimization of the load to human body

Masato MIZOGUCHI, Minoru UENO and Toshinao HASHIBA

The goal of this study is to develop the functional sports gear with performance in order to optimize the body load of athletes. In this report, the strength tests such as bending test and impact test were carried out for the wood of six kinds of materials for the purpose of development of the baseball bat which improved the strength and the hitting properties. Furthermore, the ball collision test was carried out for the baseball wooden bat by using the air cannon system under the condition of launched speed of 100km/h. As a result, some knowledge on the optimum design of the composite bat composed of bamboo and natural wooden materials was obtained.