

繊維強化型プラスチック製バットの振動特性

岩原, 光男 / IWAHARA, Mitsuo / NAGAMATSU, Akio /
KUROSAWA, Akihisa / 長松, 昭男 / 黒澤, 彰久

(出版者 / Publisher)

法政大学情報メディア教育研究センター

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学情報メディア教育研究センター研究報告 / 法政大学情報メディア教育研究センター研究報告

(巻 / Volume)

22

(開始ページ / Start Page)

99

(終了ページ / End Page)

102

(発行年 / Year)

2009-03-31

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00004006>

繊維強化型プラスチック製バットの振動特性

Vibrational property of bat of Fiber Reinforced Plastic

黒澤 彰久¹⁾, 岩原光男²⁾, 長松 昭男²⁾

Kurosawa Akihisa, Iwahara Mitsuo, Nagamatsu Akio

¹⁾ 法政大学工学部機械工学科長松研究室

²⁾ 法政大学工学部機械工学科

Recently, the bat made of FRP(Fiber Reinforced Plastic) begins to be paid to attention. But there is a problem with a strong numbness. In this study, investigation into the cause was tried by modal analysis. First of all the excitation experiment was conducted in the bat and the modal parameters were compared. Next, the confirmation and the questionnaire of numbness were done by batting experiment. Finally, to modal analysis with good accuracy, the bat was examined by attenuation.

Keyword: Fiber Reinforced Plastic, numbness

1. 結論

野球やソフトボールの打撃の際、手にしびれが残ることがある。特に打点が芯から外れたときには、手の骨を骨折することさえある。近年では、カーボンファイバー製のバットが注目されているが、問題点の一つとして上に述べたしびれが強いといわれている。本研究では、FRP (Fiber Reinforced Plastic) 製バットにおいて実験モード解析を行うことによりしびれのメカニズムを解明し、しびれないバットの条件を明らかにすることを目的とする。

本研究では、図1に示すしびれの程度が違うFRP製のソフトボール用バット3本を対象とし、実験モード解析によってそれぞれのバットのモード特性を同定し、比較・検討を行った。また、野球部の協力のもと加速度ピックアップ・FFTアナライザを用いて実打実験を実施した。使用したバットはミズノ製で、名称はSY14・AL・Mとなっている。ミズノによる事前調査によると前者から順にしびれが、小・中・大となっている。3本のFRP製バットの寸法諸元を表1に示す。



Fig.1 FRP-Bat

原稿受付 2009年3月17日

発行 2009年3月31日

法政大学情報メディア教育研究センター

Table 1 Size

	しびれ	全長(mm)	グリップ部直径(mm)	ヘッド部直径(mm)	質量(g)
SY14	小	836	20.7	56.7	641.0
AL	中	835	21.6	56.8	645.0
M	大	837	21.4	57	654.5

2. 実験モード解析

2.1 実験手順

インパルスハンマを用いた加振実験による実験モード解析により各バットのモード特性を同定し、モード特性からしびれの原因解明を試みる。実施した加振実験の支持条件は、バットを2本のゴムで吊るした自由支持状態とした。加振点・応答点及び実験の手順を図2に示す。まずインパルスハンマにより加振し、応答を加速度ピックアップを用いて測定する。そしてそれぞれの信号を、FFTアナライザ及びPCを用いて収録・解析する。そして収録した周波数応答関数から、MATLABを使用しモード特性を同定する。本実験では、人の手に一番伝わると考えられる1次の固有モードに限定して同定を行った。

また、モード形状の違いもしびれに影響すると考え、モード形状の同定も行った。実験条件は加振実験と同様にして、加振点を18点に増やし相反定理が成り立つと仮定したうえで、最小2乗法でモード形状の同定を行った。

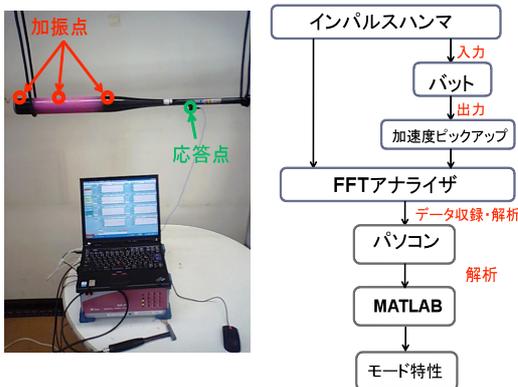


Fig.2 Experiment procedure

2.2 実験結果

加振実験によって得られた結果を図3、図4及び表2に示す。図3及び表2をみると、SY14の固有振動数が低く、ALとMはほぼ同じ値であることがわかる。また、図4の1次モード形状は各バットにおいて同じモード形状を示した。このことから、3本

のFRP製バットのしびれの程度の違いはモード形状の違いではなく、他の要因があるのではないかと考えられる。特に今回の実験では、しびれの小さいSY14のみ大幅に固有振動数が低くなったため、固有振動数が関係していると考えられる。

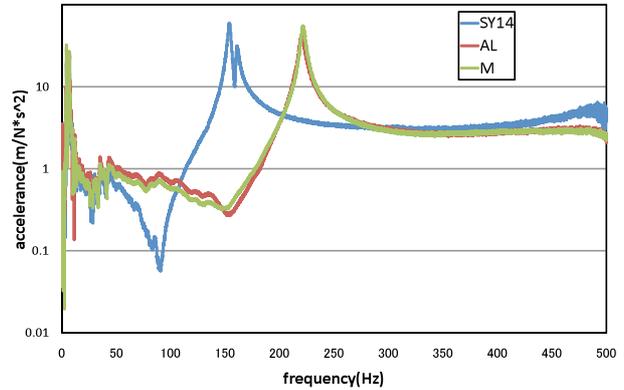


Fig.3 Accelerance

Table 2 Modal parameter

	1次固有振動数(Hz)	モード減衰比(%)
SY14	153.9	0.953
AL	220.1	1.130
M	221.4	0.899



Fig.4 Mode shape

3. 実打実験

3.1 実験手順

実際のバッティング時の振動を測定し、加振実験と比較及びしびれの程度を確認するために法政大学硬式野球部5人の協力のもと実打実験を行った。バッティング方法は打点調整を行いやすくするためにトスバッティングで行った。

まず、3本のバットのしびれの程度の情報を教え、図5に示す点①～③付近を狙って打ってもらいしびれの程度について、大・中・小の評価でアンケート調査を行った。その際、打点がわかるようにボールに石灰を付け、バッティング後にバットの石灰

のついた位置から打点を推定した。

次に、図5に示す位置に加速度ピックアップを取り付けバッティングを行ってもらい、応答をFFTアナライザ及びPCを用いて収録・解析した。



Fig.5 Experiment conditions

3.2 実験結果

アンケート調査の結果、しびれはSY14<M<ALという回答を得た。また点①～③においては、②の芯といわれる付近で打った時はどのバットでもほとんどしびれず、点①及び③で打った時にしびれを感じ、点①と③では①>③という回答を得た。M<ALというのは事前調査と異なる結果となったため今後確認をしていく必要がある。点②付近で打撃したときはモード形状の確認から、点②付近が1次モード形状の振動の節となっているためしびれを感じなかったと考えられる。

よくしびれる点①付近を打点にして収録した加速度の比較を図6示す。図6をみると、加振実験とほぼ同様の傾向を得られたことがわかる。また、固有振動数も加振実験とほぼ同値となった。点②及び③でも同様の結果が得られた。本実験及び加振実験の結果から、固有振動数がしびれに関係していると仮定したとき、ALとMの固有振動数は近値のためしびれの程度が入れ替わったのではないかと考えられる。

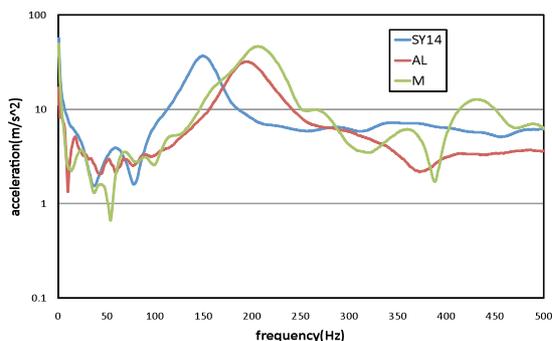


Fig.6 Acceleration

4. 減衰による検討

本研究で対象としているFRP製バットは材料の特性上、減衰は粘性減衰ではなくヒステリシス減衰であると考えられる。そのため、加振実験で得られたアクセラランスからコンプライアンス及びモビリティを求めナイキスト円を描き、モード円適合を行った。

モード円適合の手順として、まず実験から得られた時間領域のデータをMATLABでFFT処理を行いコンプライアンス及びモビリティに変換し、MATLABにより作成した最小2乗法を用いたプログラムでナイキスト円を描いた。SY14におけるコンプライアンスを用いた結果を図7(a)に示す。同様にして、モビリティを用いたナイキスト円を図7(b)に示す。図7をみると、(a)・(b)ともにナイキスト円はきれいな円を描いている。他のバットについても同様の結果を得た。粘性減衰系のコンプライアンスを用いたナイキスト円ではきれいな円にはならず、近似的な円となる。ヒステリシス減衰系では、きれいな円のナイキスト円を描くことからFRP製バットはヒステリシス減衰系であると考えられ、ヒステリシス減衰であると仮定したほうが精度の良い実験モード解析を行えると考えられる。今後はヒステリシス減衰仮定における同定を目指したい。

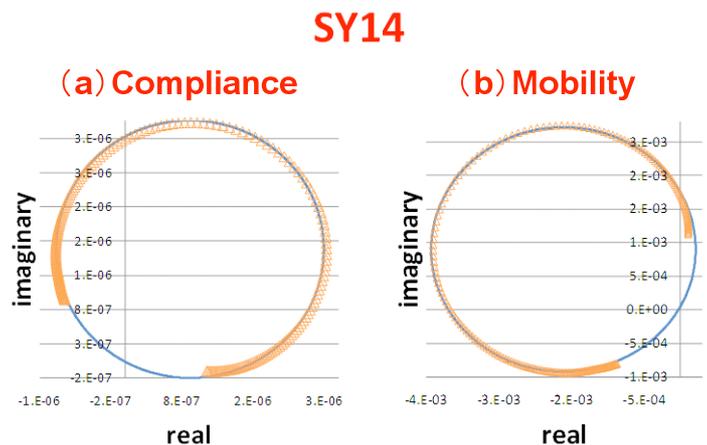


Fig.7 Nyquist plot

5. 結論

本研究で、わかったことは以下の通りである。

1. 3本のFRP製バットの特徴として、SY14がミズノによる事前調査でも、実打実験のアンケートからもしびれが最も小さく、固有振動数も他2本に比べると大幅に小さい。このことから固有振動数がしびれの要因の一つであると予測される。そのため、今後固有振動数を変化させての実験を行い確認したい。
2. バットの芯の付近が振動の節となっているために芯で打撃した際にはしびれが小さい。
3. 実打実験のアンケート調査より、事前調査と違う $SY14 < M < AL$ という結果を得た。今後さらなる確認が必要である。
4. モード円適合の結果がきれいな円になったことからFRP製バットはヒステリシス減衰であると仮定したほうが、精度の良い実験モード解析が行えると考えられる。今後は、ヒステリシス減衰仮定での同定を行えるシステムを構築したい。

参考文献

- 1)長松昭男,モード解析入門,(1993),コロナ社
- 2)長松昭男,モード解析,(1985),培風館
- 3)長池勝,長松昭男,モード解析に関する研究(1985)