法政大学学術機関リポジトリ
HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-07-04

スポーツ用品のモデル化と振動シミュレーション

KUROSAWA, Akihisa / NAGAMATSU, Akio / IWAHARA, Mitsuo / 長松, 昭男 / MORIYAMA, Sachiko / 森山, 幸湖 / 黒澤, 彰久 / 岩原, 光男

(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)
103
(終了ページ / End Page)
105
(発行年 / Year)
2009-03-31
(URL)
https://doi.org/10.15002/00004007

http://hdl.handle.net/10114/3081

スポーツ用品のモデル化と振動シミュレーション

Modeling and vibration simulation of sporting goods

森山　幸湖 [1)]，黒澤　彰久 [1)]，岩原　光男 [2)]，長松　昭男 [2)]
Moriyama Sachiko, Kurosawa Akihisa, Nagamatsu Akio, Iwahara Mitsuo

[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

As for sporting goods, it is manufactured by the producer's intuition and experience, and neither a concrete three dimension modeling nor the analysis are done. In this paper a concrete modeling was done in various sporting goods, the vibrational property was forecast, and it aimed at the agreement with experiment in this study. There are modeled for the metal baseball bat, the badminton racket, and the FRP bat.

Keyword: Sporting goods, three dimension modeling, vibrational property

1. 緒論

スポーツ用品は，使用者や製作者の勘と経験によって製造されており，具体的な 3 次元モデル化や解析が行われていないことが多い．本研究では各種スポーツ用品において具体的なモデル化を行い，振動特性を予測し，実験と比較する．

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

2. 理論

構造体を多自由度系で理論的に剛性と質量行列で表現し，特性方程式を導出し，固有値解析を行ってモード特性を計算する手法を本論では計算モード解析とする．ここでは計算モード解析には有限要素法を用いる．また，線形構造体に振動加振を行い入力と応答の比，つまり周波数応答関数を観測し，モード特性を得る手法を実験モード解析とする．振動実験は打撃加振による加振を用いた．この 2 つの手法で振動特性の一致を目指す．

3. 実験

3.1 実験対象

本研究で用いた実験対象である，金属バット，バドミントンラケット，FRP(Fiber Reinforced Plastic)バットをそれぞれ図 1～図 3 に示す．図 1 の金属バット VS701 は全長 833mm 質量 898g である．図 2 のバドミントンラケット TetraCross500 は全長 675mm 質量 91.5g である．図 3 のＦＲＰバット M

Copyright © 2009 Hosei University

は全長 837mm 質量 654.5g である．

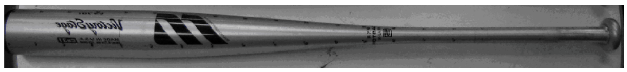

Fig.1 金属バット

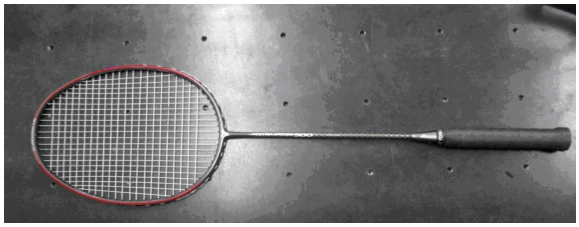

Fig.2 バトミントンラケット TetraCross500

Fig.3 FRP バット M

3.2 金属バット，ＦＲＰバットの実験モード解析

金属バットと FRP バットの実験モード解析では，インパルスハンマを用いた打撃加振で，1 軸加速度ピックアップをグリップエンドに固定し，FFT 装置を用いて応答を得た．

図 4 に実験対象である金属バットと FRP バットの加振点と計測点を示す．長手方向を X，高さが Y，幅方向を Z 軸とし，原点 O は本体先端と中心軸が交わる位置とする．グリップエンドを計測点とし，点 2，点 23，点 44 を面に対して垂直に加振し，5 回の打撃の平均を採取した．

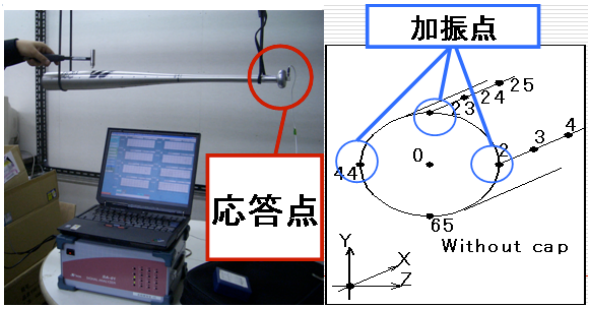

Fig.4 金属バットとＦＲＰバットの計測点

3.3 バドミントンラケットの実験モード解析

図 5 に示したバドミントンラケットのガット面を X-Y 平面とし，Z 軸方向にフレーム上部をインパルスハンマにて加振する．入力は 5 回平均で行い，その平均を採取する．

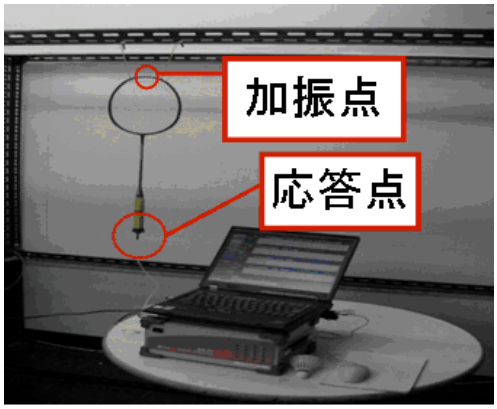

Fig.5 バトミントンラケットの打撃加振動風景

4. 計算モード解析

4.1 実験対象の有限要素モデル

本研究では CAD データを入手・作成し材料を調査してモデル化を行った．

計算モード解析では Altair Hyper Works によって CAD データより有限要素モデルを作成し，MSC/NASTRAN によって計算を行った．図 6～8 に計算モード解析で用いた金属バット，バドミントンラケット，FRP バットの有限要素モデルを示す．

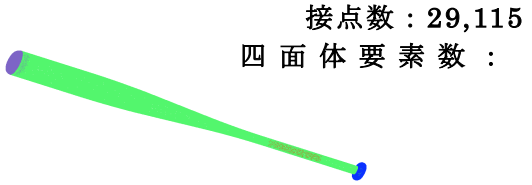

Fig.6 金属バット VS701 の有限要素モデル

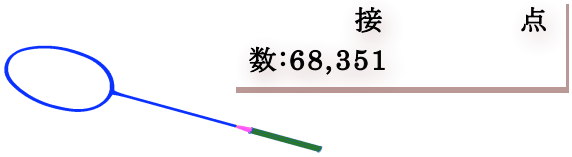

Fig.7 バドミントンラケットの有限要素モデル

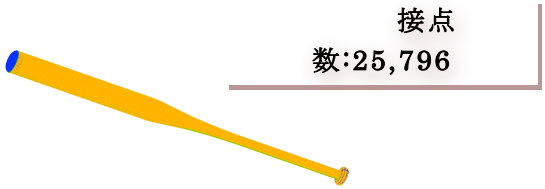

Fig.8 ＦＲＰバットの有限要素モデル

4.2 有限要素モデルの物性値

表 1～ 3 に，金属バット VS701，バドミントンラケット TetraCross500，FRP バット M の物性値である，ヤング率[GPa]，ポアソン比，密度[kg/m^3]

Copyright © 2009 Hosei University

を示す.

Table 1 金属バット VS701 の物性値

	ヤング率[GPa]	ポアソン比	密度[kg/m^3]
バット本体	72	0.33	2800
グリップ	69	0.33	2700
キャップ	3	0.37	1200
制振材	0.3	0.2	1200
質量 925g		モデル質量誤差率 2.9%	

Table 2 バドミントンラケット TetraCross500 の物性値

	ヤング率 [GPa]	ポアソン比	密度[kg/m^3]
本体	72	0.33	2800
グリップ	13	0.33	500
グリップキャップ	3	0.33	100
質量 90.3g		モデル質量誤差率 1.1%	

Table 3 FRP バット M の物性値

	ヤング率[GPa]	ポアソン比	密度[kg/m^3]
バット本体	45	0.3	1500
キャップ	6	0.33	1200
質量 654g		モデル質量誤差率 0.78%	

5. 実験値と計算値の比較グラフ

それぞれの実験対象の，加振実験を行って得た周波数応答関数と，有限要素法を用いて得た周波数応答関数とを比較する．金属バット，バドミントンラケット，FRP バットの順に，図 9～11 に示す.

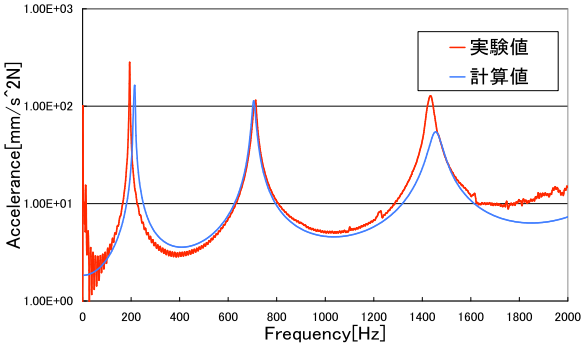

Fig.9 金属バットの比較グラフ

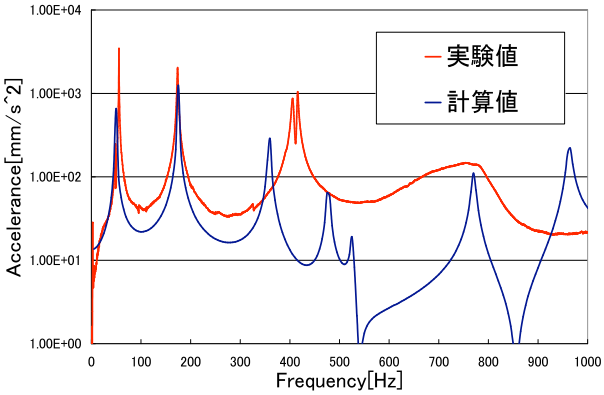

Fig.10 バトミントンラケットの比較グラフ

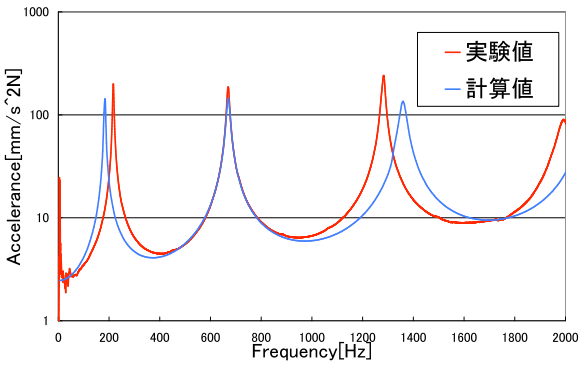

Fig.11 FRP バットの比較グラフ

6. 考察

1.金属バット

高次の固有振動数が実験と計算でずれているため，制振材を具体的に取り出して密度を測定し，質量誤差を小さくする.

2.バドミントンラケット

グリップ部とガット部のモデル化が厳密に行われていないため，高次の固有振動数が計算と実験で大きくずれた．今後，この部分のモデル化を行う．また，物性値の調査も厳密に行い，グラフのずれを小さくする.

3.FRP バット

異方性を全く考慮せずに，計算と実験で比較してみたが，1 次～3 次の固有振動数において，大きなずれはみられなかった．このことから，異方性を考慮しないモデルでも，実験と計算とで比較検討できるのではないかと考えられる．今後は物性値を厳密に特定し, CAD モデルの正確性を上げる．また，異方性を考慮したモデル化を行う.

参考文献

1)長松昭男,モード解析入門,(1993),コロナ社

2)戸川隼人,有限要素法へのガイド,(1979),
サイエンス社

Copyright © 2009 Hosei University