

### A6 実験モード解析によるバドミントンラケットの振動特性(振動・変形)

寺田, 恭平 / 新井, 和吉 / 寺西, 幸弘 / 長尾, 裕史 /  
TERADA, Kyohei / Kanematsu, Yuseke / GOTO, Yuta /  
IWAHARA, Mitsuo / 金松, 祐介 / 後藤, 裕太 / ARAI,  
Kazuyoshi / 岩原, 光男 / Teranishi, Yukihiro / 長松, 昭  
男 / NAGAMATSU, Akio / NAGAO, Hiroshi

---

(出版者 / Publisher)

日本機械学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

シンポジウム: スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス講演論文集

(巻 / Volume)

2007

(開始ページ / Start Page)

31

(終了ページ / End Page)

34

(発行年 / Year)

2007-11-13

## A6 実験モード解析によるバドミントンラケットの振動特性

### The vibration characteristics of the badminton racket by the experimental modal analysis

- |               |               |
|---------------|---------------|
| ○ 寺田 恭平 (法政大) | 金松 祐介 (法政大)   |
| 後藤 裕太 (法政大)   | 正 岩原 光男 (法政大) |
| 正 長松 昭男 (法政大) | 正 新井 和吉 (法政大) |
| 正 寺西 幸弘 (ミズノ) | 正 長尾 裕史 (ミズノ) |

Terada Kyohei, Hosei University, 3 Kajinotyou, Koganei-shi, Tokyo

Kanematsu Yuseke, Hosei University

Yuta Goto, Hosei University Mitsuo Iwahara, Hosei University

Akio Nagamatsu, Hosei University Kazuyoshi Arai, Hosei University

Yukihiro Teranishi, MIZUNO limited, 1-12-35, Minamikouhoku, Suminoe-ku, Osaka-shi, Osaka

Hiroshi Nagao, MIZUNO

Though the badminton can not be called the measure sports at present, they are the sports which hold considerable game population. However, in comparison with the tennis racket, the paper which studied the badminton racket is few, and it is not very much studied and has not been made. The research was carried out for the purpose of in this study, it does experimental mode analysis on the badminton racket, and examining the characteristic. In this study, by what kind of cause the characteristic difference of the racket that by using 2 rackets, of getting actually, that it is possible is said happened, was examined.

#### 1. 概要

バドミントンは愛好者が多いスポーツである。しかし、テニスラケットに関する研究は数多く見受けられるが、バドミントンラケットに関する研究はほとんど見受けられない。

バドミントンという競技の最大の特徴は、羽（シャトルコック）にある。競技用に主として使用されている物は、羽軸が強く、丈夫なガチョウの羽（枚数は16枚）とコルクから作られている。壊れやすく、1本でも羽が折れれば正しい軌道で飛ばなくなるため、消耗が激しい。そのため金銭的な負担も大きい。また、気温や湿度の変化による空気抵抗の差により、飛距離が変化しやすい。具体的には、気温が高く湿度が低いときはよく飛び、逆に気温が低く湿度が高いときは飛ばなくなる。そのため常に同じ飛びのシャトルでプレーできるように、同じ銘柄のシャトルでも飛距離の違うものが数種類ずつ製造されている。

スマッシュの初速は、最速で時速350km以上に達し、全ての球技の中で打球の初速が最も速いことで、ギネスブックに認定されている。また打球が相手コートに届くまでに空気抵抗を受けて急激に失速するため、初速と終速の差が著しいのも他の球技には無い特徴と言える。

本研究では他に類を見ない特徴を持つバドミントンラケ

ットについて振動特性を把握するために研究を行った。

#### 2. 実験

##### 2.1 実験方法

本研究ではバドミントンラケットについて2つの実験を行った。1つはラケットをゴムで自由支持状態とし、シャトルコックを高さ15cmからガット面に落下させ、その応答を得る落下試験である。もう一方では実験モード解析を行った。実験モード解析は、加速度ピックアップを1点に固定し、図5のインパルスハンマを用いFFTアナライザを用いて周波数応答関数を得るといふ、ハンマリング試験を行った。

##### 2.2 使用した用具

本研究で用いた2本のラケットは、MIZUNO社の最上位モデルである。TETRACROSS500（以下tc500）はシャフトのしなりが大きく、TETRACROSS700（以下tc700）はシャフトがハードでしなりが小さいとなっている。つまりtc500はコントロールを重視しつつ、スマッシュなどしなりを使ったショットを打つのに適していると言える。

一方 tc700 はドライブ、プッシュなどしなりを使わないスピーディーなラリーを展開するのに適している。

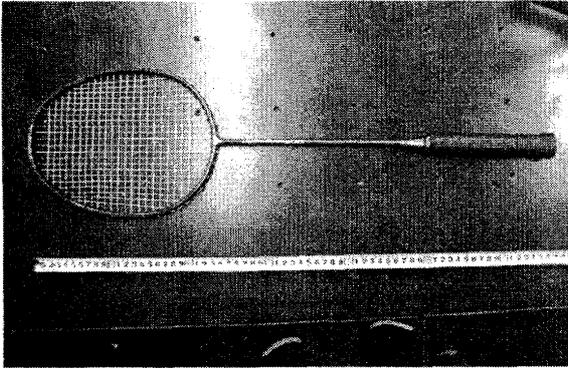


Fig.1 TETRACROSS500 (MIZUNO 社製)

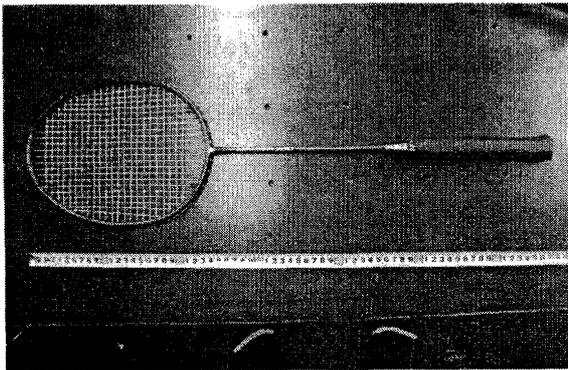


Fig.2 TETRACROSS700 (MIZUNO 社製)

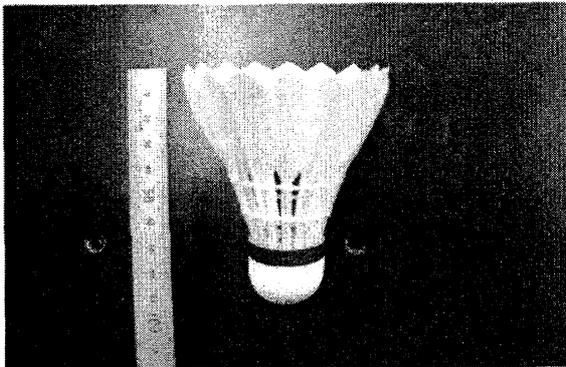


Fig.3 シャトルコック (Y 社製)

Table.1 ラケットとシャトルコックの諸元

名前	全長[mm]	重量[g]	ガット[ポンド]
tc500	675	97.7	20
tc700	675	100.5	20
シャトルコック	7.1	5.2	



Fig.4 FFT アナライザ

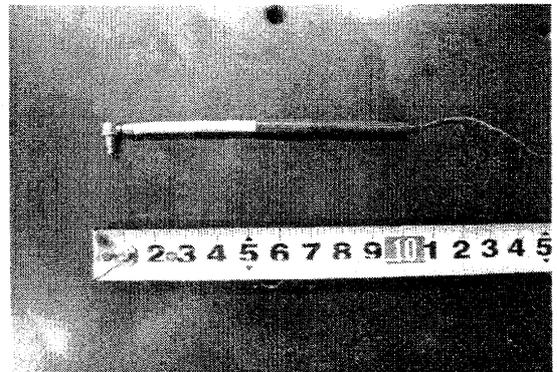


Fig.5 インパルスハンマ

### 2.3 実験結果

表2に落下実験と実験モード解析における固有周波数の比較を示す。

Table.2 固有周波数比較

		落下(Hz)	モード解析(Hz)	error(%)
500	1次	55	55	0.00
	2次	175	174	0.57
	3次	415	413	0.48
700	1次	55	56	-1.82
	2次	175	178	-1.71
	3次	425	432	-1.65

落下実験と実験モード解析における固有周波数の値は1%以内に収まっており、実験モード解析による振動特性の把握が可能である。

次に図6に落下実験によって得られた応答を示す。シャトルの落下なので入力等の条件が一定ではないが、2本のラケットではほぼ同様な波形をしている。ただし加速度で比較するとtc500の方が大きな加速度が見れる。

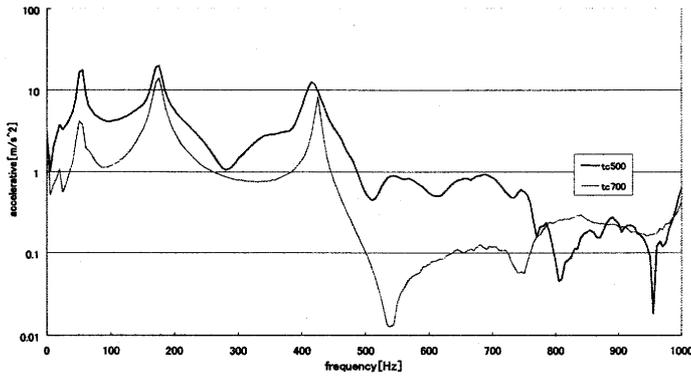


Fig.6 落下試験

次に図7に実験モード解析で得られた周波数応答関数を示す。こちらでは入力を一定としているアクセラランス応答が得られているので、ほぼ同様な波形を示している。しかし3次固有周波数に大きな違いが見られる。

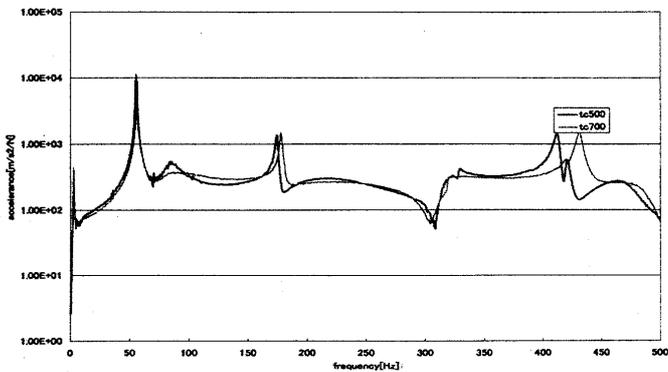


Fig.7 実験モード解析比較

次にアクセラランスの振幅が最も大きかった1次固有モード形状を図8, 9に示す。これは両ラケットともにガット部が大きく動くようなモード形状であり、ガット部の影響の大きさを表している。

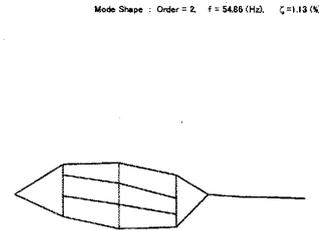


Fig.8 tc500 1次モード

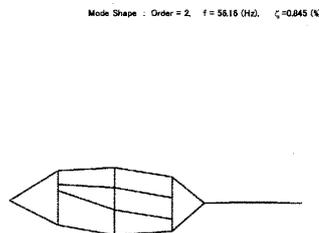


Fig.9 tc700 1次モード

次に2つのラケットに大きな固有周波数の違いが見られた3次固有モード形状を図10, 11に示す。両ラケットともにフレームが、はり1次曲げと同じような変形形状を見せている。これが2本のラケットの特徴の差になっている部分ではないかと考えられる。

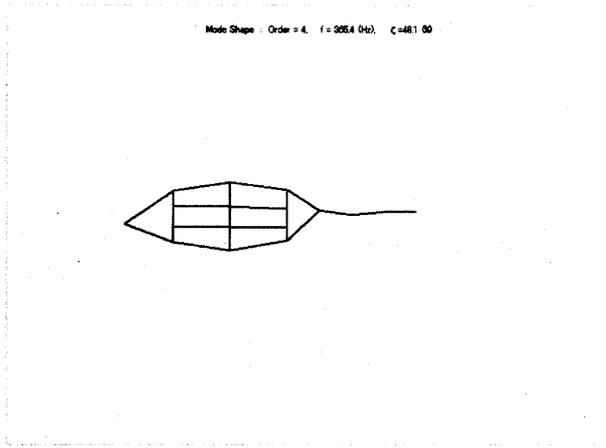


Fig.10 tc500 3次モード

3. tc500 と tc700 の加速度を比較すると、tc500 の方が大きな加速度を得ることができた。これは tc500 の方がしなりがあり、スマッシュを打つのに適していることを示している。これはカタログ等に掲載している情報と一致する。

4. tc500 と tc700 では 3 次固有周波数に大きな差が見られた。3 次固有周波数においての差を今後検討していく。

文 献

- (1) 長松昭男：モード解析入門，コロナ社，1998
- (2) 青木弘，長松昭男：新編工業力学，養賢堂，1979.

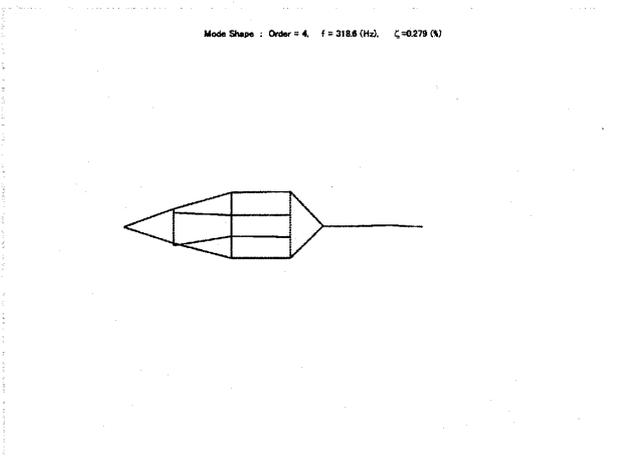


Fig.11 tc700 3次モード

3. 考察

1. 実験モード解析と落下実験に関してはほぼ同様な固有周波数が得られた。そのため実験モード解析でもシャトルロケットと同様な振動特性が得られる。

2. バドミントンラケットの1次固有モードはガットが振動するモード形状であった。これは他のテニスラケットなどよりフレームが細く小さいので、ガット部の影響が大きいと考えられる。