Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2026-11-28

スポーツ用具のダイナミクスと実験モード解析 : 野球用バットの振動解析(第2報)

前田, 正登
矢野, 澄雄

(Citation)
神戸大学発達科学部研究紀要,3(2):231-245

(Issue Date)
1996-03

(Resource Type)
departmental bulletin paper

(Version)
Version of Record

(JaLCDOI)
https://doi.org/10.24546/81000227

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/81000227

KOBE UNIVERSITY

神戸大学発達科学部研究紀要
第3巻第2号 1996

スポーツ用具のダイナミクスと実験モード解析
－野球用バットの振動解析（第2報）－

前田 正登*, 矢野 澄雄**

Dynamics of Sports Goods and Experimental Modal Analysis
- Vibration Analysis of Baseball Bats Ⅱ -

Masato MAEDA*, Sumio YANO**

1．はじめに

スポーツ用具に関する研究はその開発を主目的とするようになって，近年，スポーツ工学の領域を中心に大きく発展している．テニスラケット[1)]やゴルフクラブ[3),6)]などの打具では，モード解析の手法を用いて打具の振動解析を行い，用具の性能を把握し，実際に製品を作らずにCAE(Computer Aided Engineering)の手法を用いて設計することも試みられている．その結果，試作を行わなくても打具の性能を予想することが可能となり，より高性能なスポーツ用具の開発が進められようとしている．

金属製野球バットは使用が許可されてから急速に普及してきた．その背景には，折れにくく，耐久性に優れていることが要因として挙げられるが，反面，金属製であることで，打撃時の騒音や手に残るしびれなどが問題視がされてきた．これらの諸問題は，打撃によるバットの振動に起因するものと考えられ，その様相を解析・検討することはスポーツ用具（野球バット）を開発していくためには有意義であろうと考えられる．

本報では，軟式野球バットの振動解析を，前報に引き続き伝達マトリクス法により試みるとともに振動の円筒モードに着目し，モード解析を行った結果を報告する．

2．外力応答とバットの構造変更

2.1 バットの計算モデル

バットの計算モデルを**図1**に示す．このモデルは前報のバット1に相当する軟式野球バット（アルミ製）である．計算モデルは，(1)各セグメントを肉厚が均一の円筒としているのでヘッドのキャップ部が閉じていない，(2)グリップエンドは質点と考えているため，この部分の中心までの値10㎜分，実測値の全長より短い，という2点に関して実物とは異なっている．

＊神戸大学発達科学部身体行動論講座
＊＊神戸大学発達科学部生活環境論講座

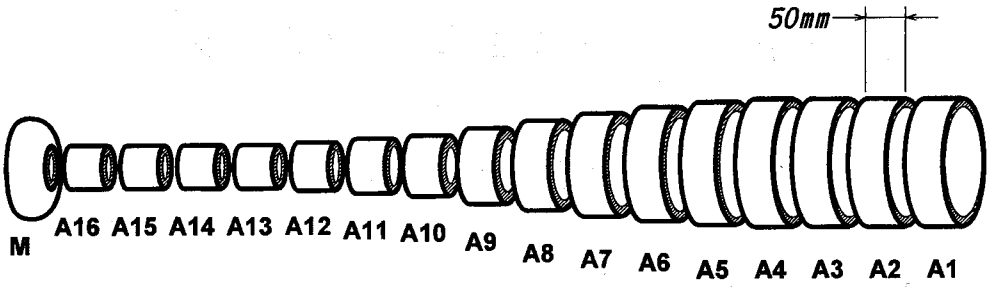


図1　バットの計算モデル

また，プログラムではバットの質量を計算モデル（16個の円筒の質量＋グリップエンドの質量：40.1g）から求めるようになっているが，そのためにグリップエンドの質量を加えると実物よりも約54g重くなっている．

2.2 バットの構造変更の方針

バットの肉厚を変更した場合に，動特性がどう変わるかを調べてみる．ある要素 i の肉厚 t_i を変えるということは，その要素の質量 m_i と曲げ剛性 EI_i を同時に変えることである．つまり，ρ を密度，Eをヤング率，Dを外径，Lを長さとすれば，

$$m_i = \rho\pi \{D_i^2-(D_i-2t_i)^2\} L_i/4 = \rho\pi t_i (D_i-t_i) L_i ,$$

$$EI_i = E\pi \{D_i^4-(D_i-2t_i)^4\}/64 = E\pi t_i (D_i-t_i) \{D_i^2+(D_i-2t_i)^2\}/16 .$$

実験モード解析の結果を用いて，測定点に質量あるいは2点間に剛性を付加した場合のシミュレーションができる構造変更や感度解析のソフトウエアがあるが，肉厚変更のような場合には対応していない．そのため伝達マトリクス法により，部分的に肉厚を変更したモデルを作成し計算によって振動モードなどを求める．

本報では，外形を変更せずに部分的に内径を小さくして肉厚を変更することにする．肉厚を変更する箇所はヘッド部，中央部，グリップ部の3カ所とし，それぞれの箇所に通常の質量の5%分（約40g），10%分（約80g）の肉厚を均等に増加する．肉厚を変更するセグメントはグリップ部以外は2箇所とした．グリップ部は内径が小さいので，5%分の増加であっても2カ所では足りず，設定した質量に達するまで順次中央部側のセグメントを肉厚にしていくことで条件を満たすようにした．

ここでは部分的に肉厚を増加する構造変更を行うことを試みるが，このことによって当該の要素の質量が増加し，バット全体の質量も増加する．このように部分的な肉厚増加によって重心位置や重心まわりの慣性モーメントも必然的に変わることになる．重心位置や慣性モーメントは，選手のバット使用感に大きく影響すると考えられるので，肉厚変更時にはこれらの値も算出しておく必要がある．

慣性モーメントJは物体内の質量分布に依存し，回転のしにくさを表す指標であり，で与えられる．慣性モーメントはバットの重要な特性であり，実際の打撃（スイング）にも大きな影響を与えることが予想される．モデルとしているバットは各要素を円筒形としているので，慣性モーメントを計算により求めることができる．

表１　肉厚を変更したときの変更箇所とバットの諸元（計算モデル）

	Segment	Mass (g)	Center of Gravity † (cm)	Moment of Inertia ‡ (kgcm^2)	Natural frequency (Hz) 1st	2nd
Nomal	———	754.4	33.3	524.9	265.3	867.5
+40g Head	No.1,2	794.7	31.2	571.0	260.0	852.3
+40g Center	No.8,9	794.7	35.3	515.5	262.9	880.1
+40g Grip	No.15,16	794.7	35.4	580.4	258.7	857.9
+80g Head	No.1,2	834.3	29.2	613.9	256.0	841.5
+80g Center	No.8,9	834.5	36.4	512.9	259.5	883.8
+80g Grip	No.13-16	834.4	37.7	605.7	263.2	832.3

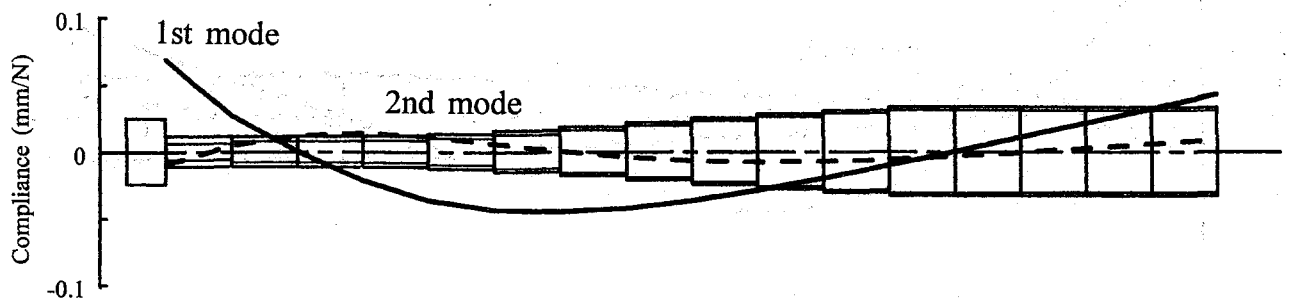
† Distance from head

‡ about center of gravity

外力を与える箇所（打撃点）はプログラムで変更できる（付録プログラムリスト参照）が，ここではすべて3の位置として計算を行った．

2.3 バットの部分的肉厚変更の影響

部分的肉厚変更の結果と通常の場合を**表１**に比較して示す．肉厚を変更したモデルは質量で5%，10%の増量としているが，部分的な肉厚増加としているので重心位置，慣性モーメントがそれぞれ大きく変動している．例えば，40g分の肉厚をグリップ部につけることで慣性モーメントは通常より10.6%も増加している．一方この40g分を中央部に付けた場合はわずか1.8%程度の減少である．ここでは慣性モーメントは重心まわりで算出しているが，実際には選手がバットを握る位置まわりの値に換算して競技への影響を考察する必要がある．



Nomal

図２　通常肉厚の振動モード

１次の固有振動数は5%分の肉厚増加で最大2.5%，10%分の肉厚増加でも最大3.5%程度の差であった．２次の固有振動数も5%分の肉厚増加で最大1.8%，10%分の肉厚増加で最大4.1%であり，部分的に肉厚を増加しても固有振動数には大きく影響しない結果となった．

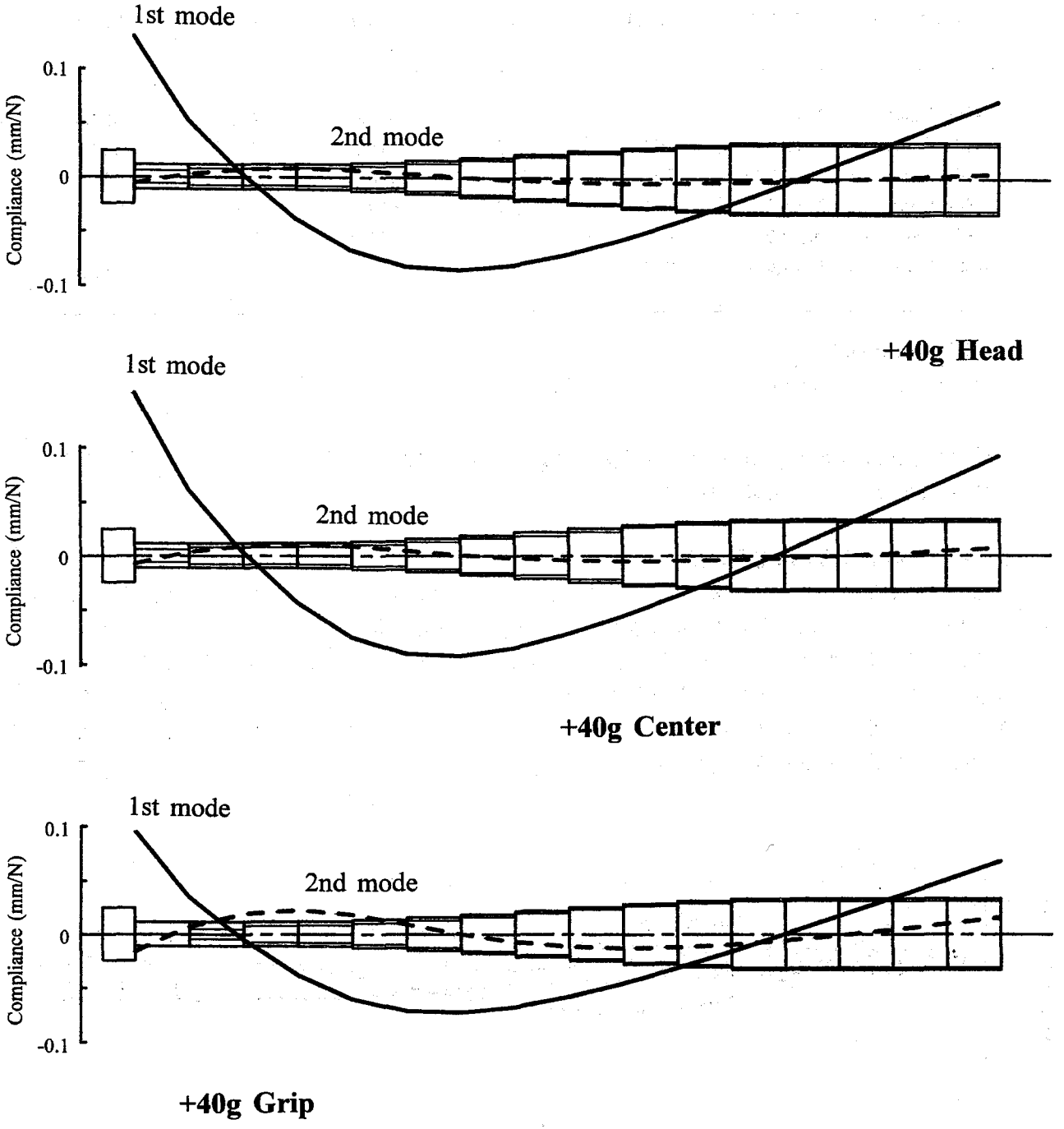


図３　40ｇ(５％)分増加したときの振動モード

通常肉厚時の振動モードを**図２**に，肉厚変更時の振動モードを**図３**，**図４**にそれぞれ示す．肉厚増加したことによって通常の場合と変位が異なることが認められる．特に40g分の肉厚増加ではどの部分の増加であっても通常の場合より１次モードの変位は大きくなっている．また，80g分の肉厚増加では通常の場合と節の位置が異なることが認められる．例えば，80g分をヘッド部に付けた場合，節の位置は通常のバットよりもヘッド部寄りになっている．節の位置は加振されても励振されない箇所であるので，この位置が変わることでスイートスポットや打撃時の手のしびれ感に影響することが予想される．

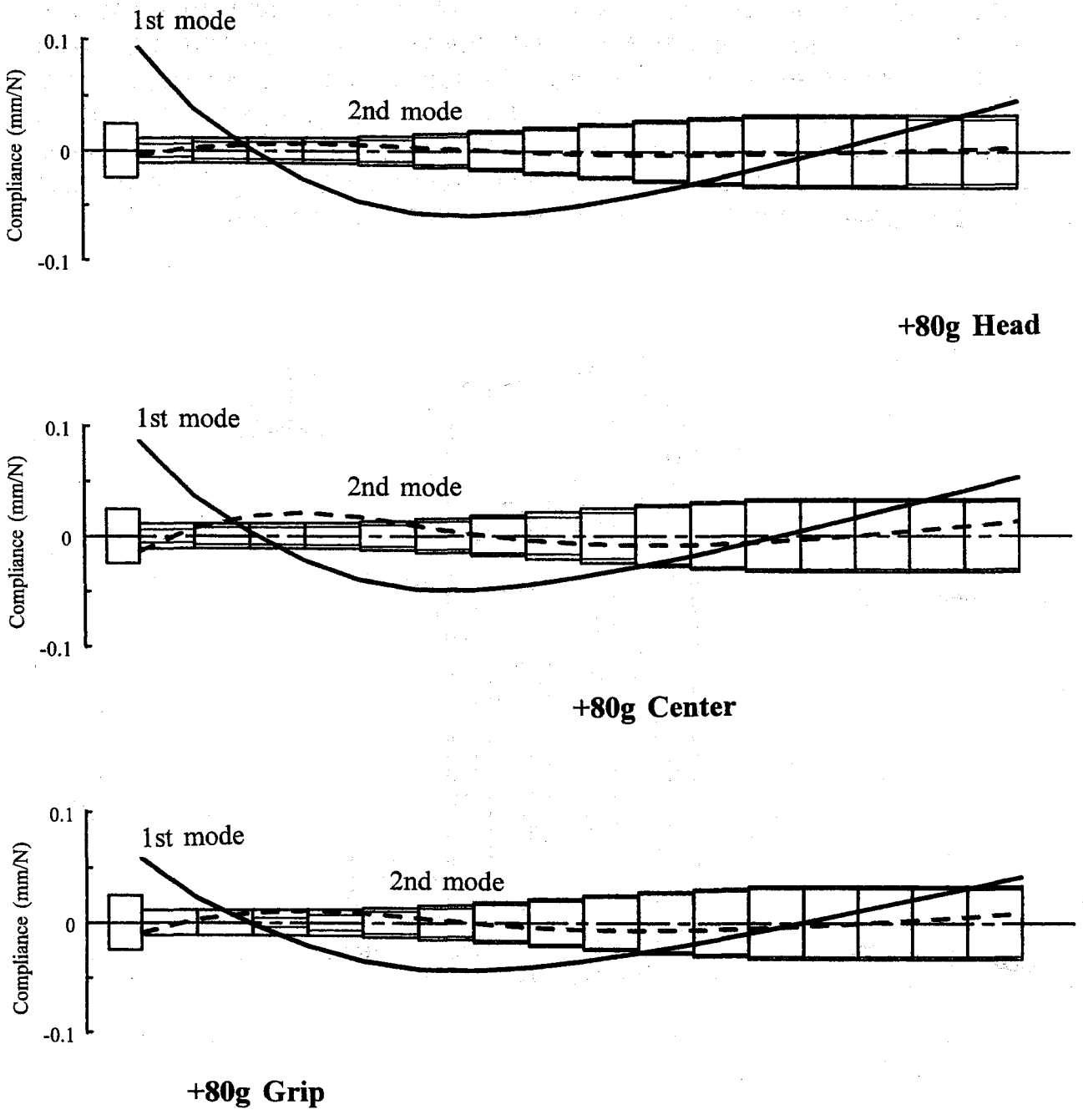


図４　80ｇ(10%)分増加したときの振動モード

３．バットの円筒モードの測定

前報では曲げ振動を想定し軸方向の変形を調べ，円周方向のモードがあることがわかった．そこで本報では，**図５**のような長さ150㎜の円筒部について軸方向，円周方向の両方を合わせた固有振動モードを調べた．円筒部ははりとしての測定７）を行った点２～５に対応する部分であり，各々の円周を（30度おきに）12等分して合計48点を自由－自由の境界条件でインパクト試験を行った．加速度センサは，互いに90°離れた**図５**の点２と点11に取り付け，2点参照（ポリリファレンス）法により４kHzまでの周波数で解析した．一般にｎ点参照の場合，求まる固有振動数より下にｎ個，上にｎ個のresidue項ができる．なお解析はLMS社のCADA-Xにより行った．

図６は文献7)のバット２について，２つのセンサ各々48点の伝達関数（加速度/力）を総和したものである．**図7.1～7.6**は左下のX-Y-Z平面での立体的な固有振動モードと，それをY-Z，X-Y，X-Zの3つの平面から見た振動モードを示す．１次，２次と５次は曲げモードで，X-Y平面では剛体としてのリング形状を保って変形している．３次，４次と６次は，Ｘ－Ｙ平面では節線が２本（節は４個）のリング状振動モードとなり，1，2，5次とは明らかに異なっており，全体として半径方向につぶれたような振動モードとなる．特に４次と６次はＺ軸方向の振動の節が含まれるため，X-Y平面では変形する方向が90度回転した形で重なっており，より複雑な振動モードになることがわかる．

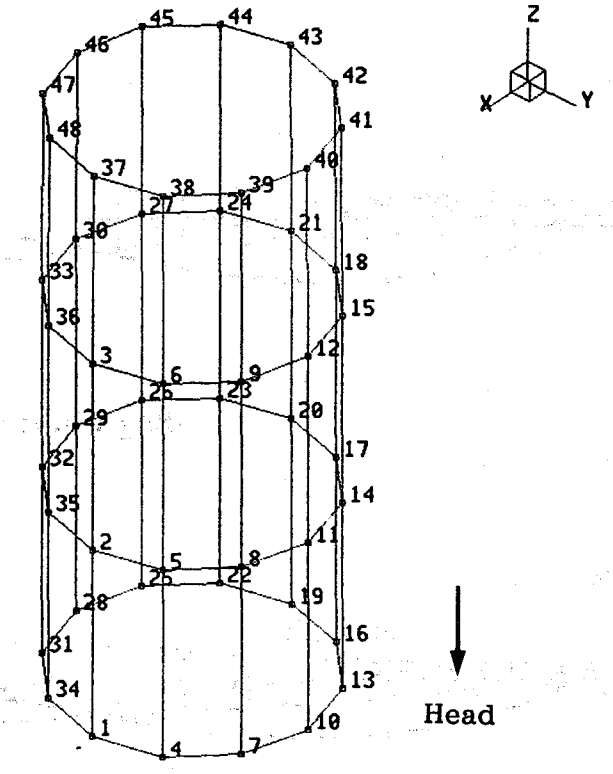


図５　円筒モードの測定点と座標系

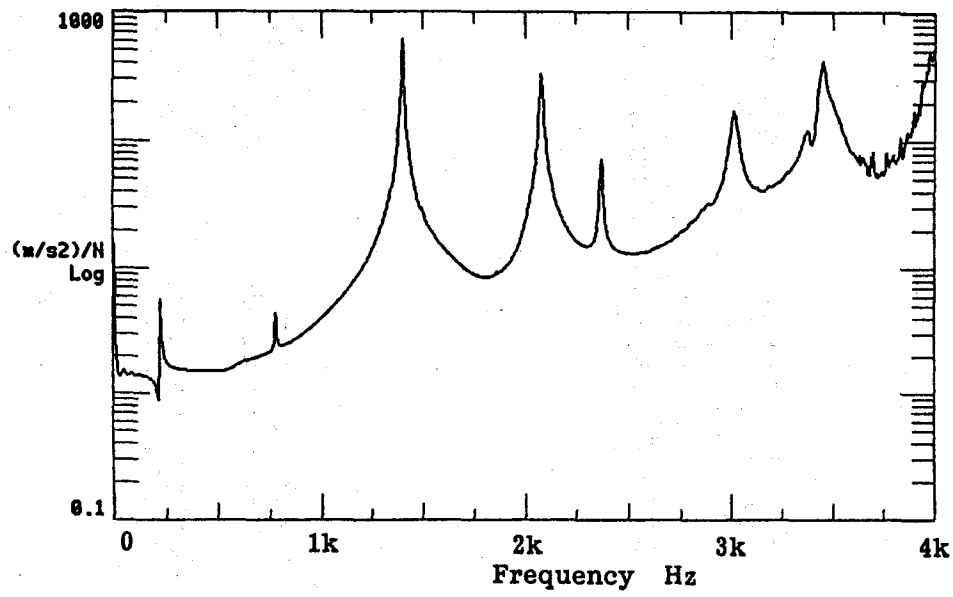


図６　伝達関数（バット２）

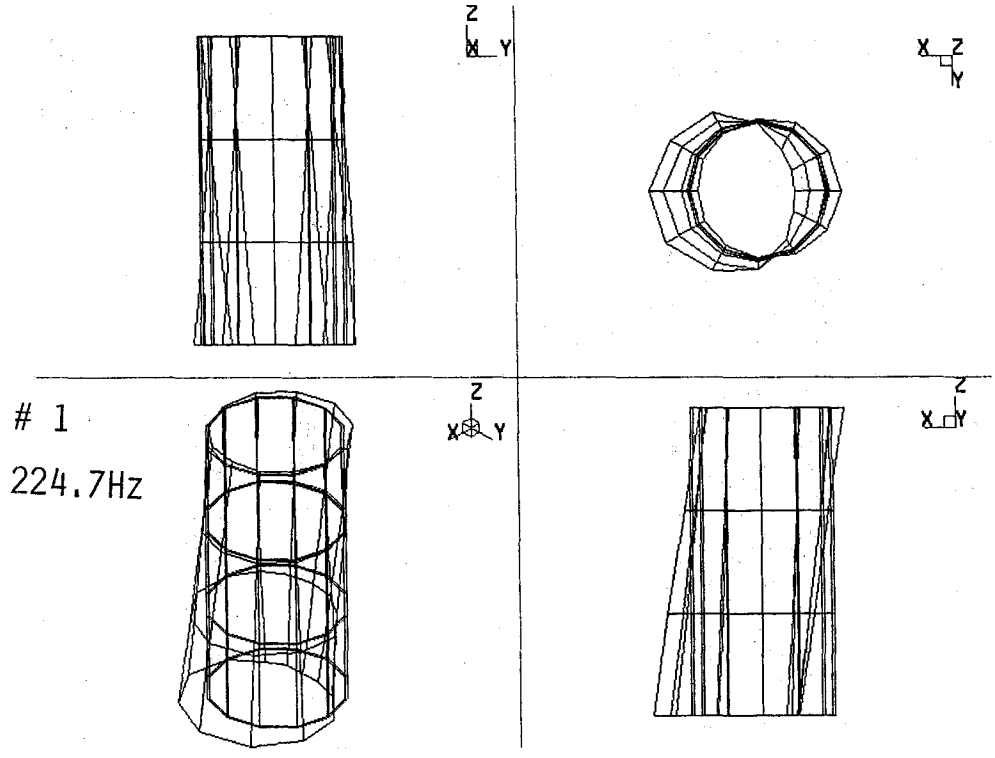


図7.1　円筒モード（１次）

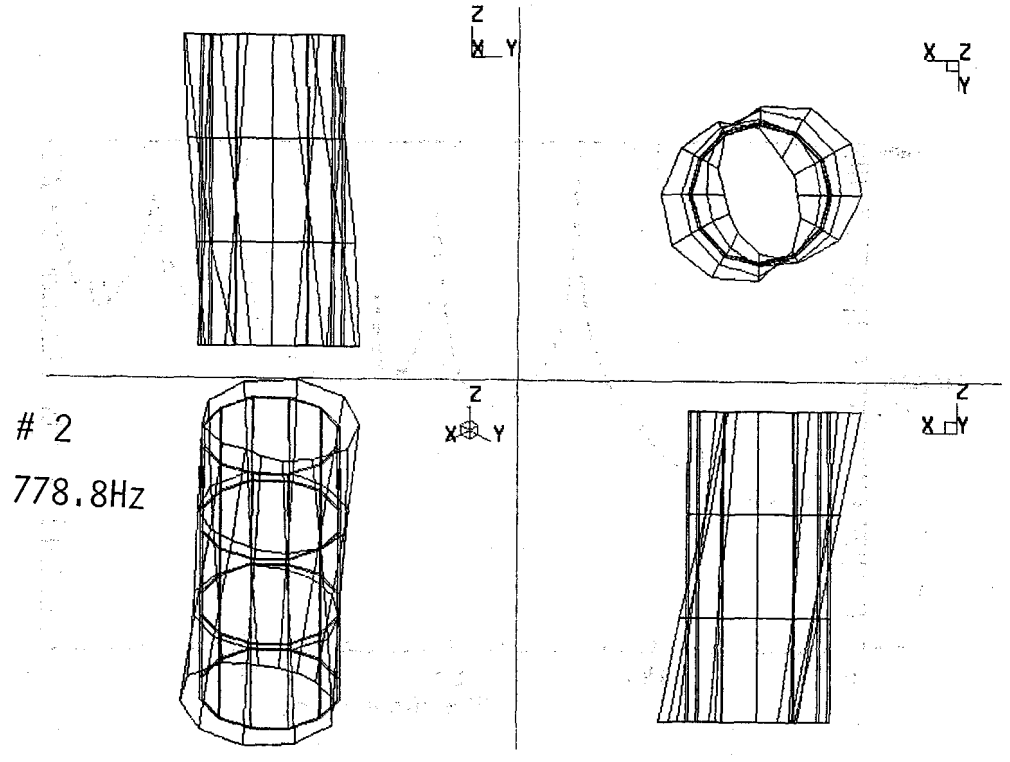


図7.2　円筒モード（2次）

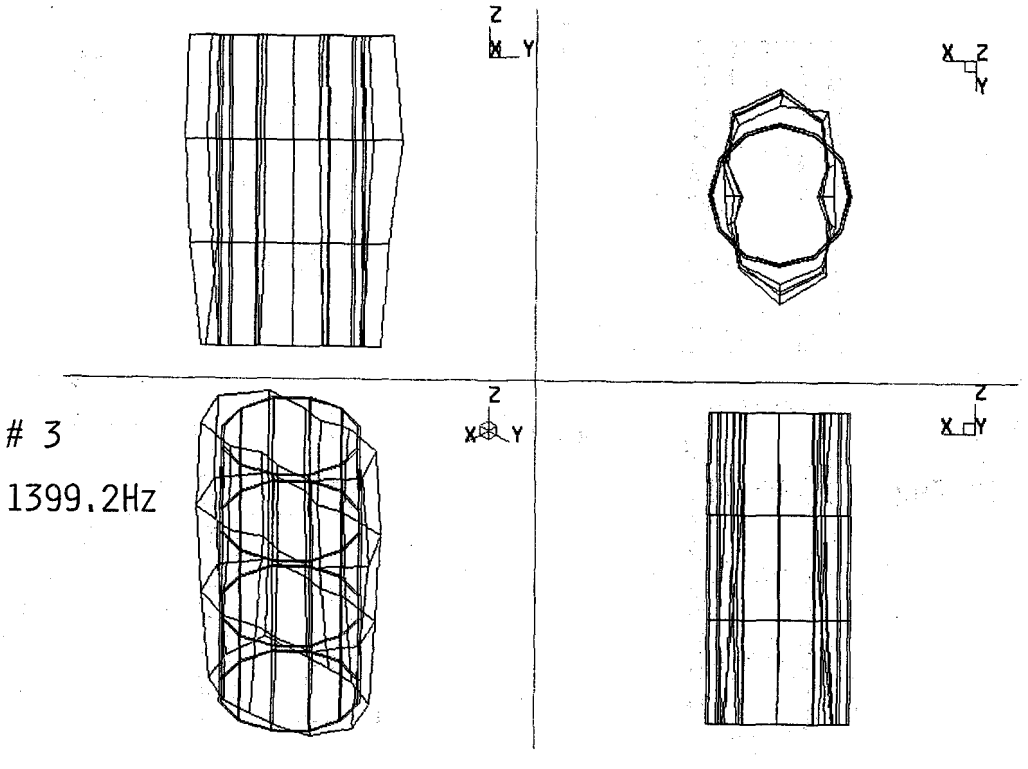


図7.3　円筒モード（3次）

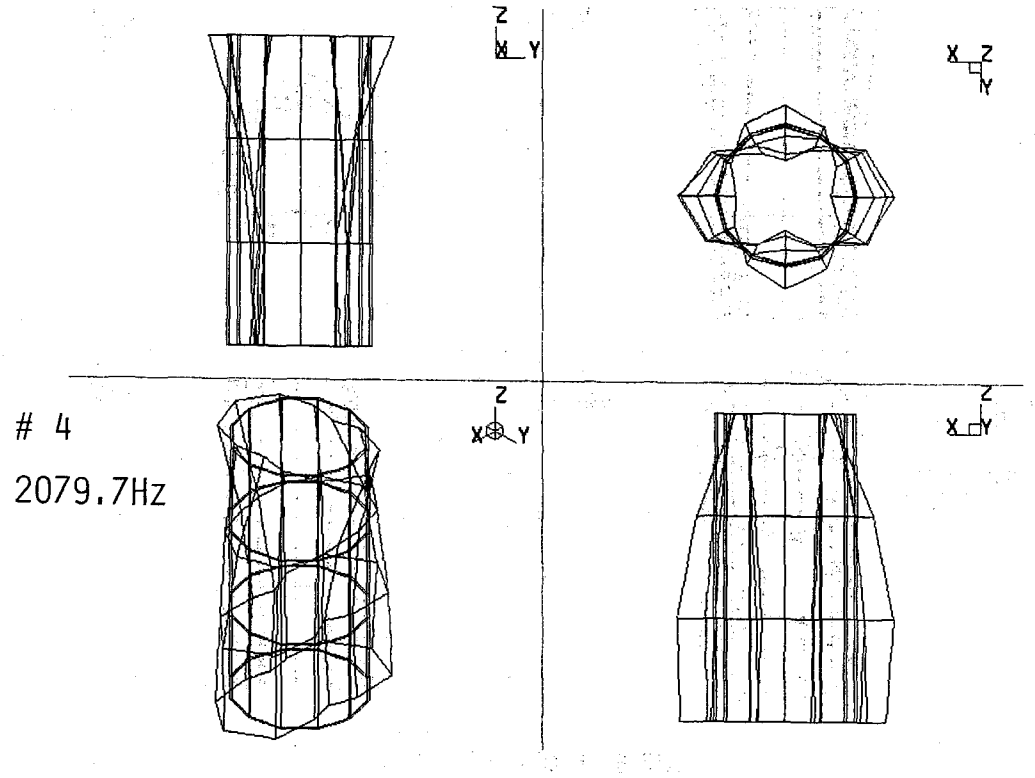


図7.4　円筒モード（４次）

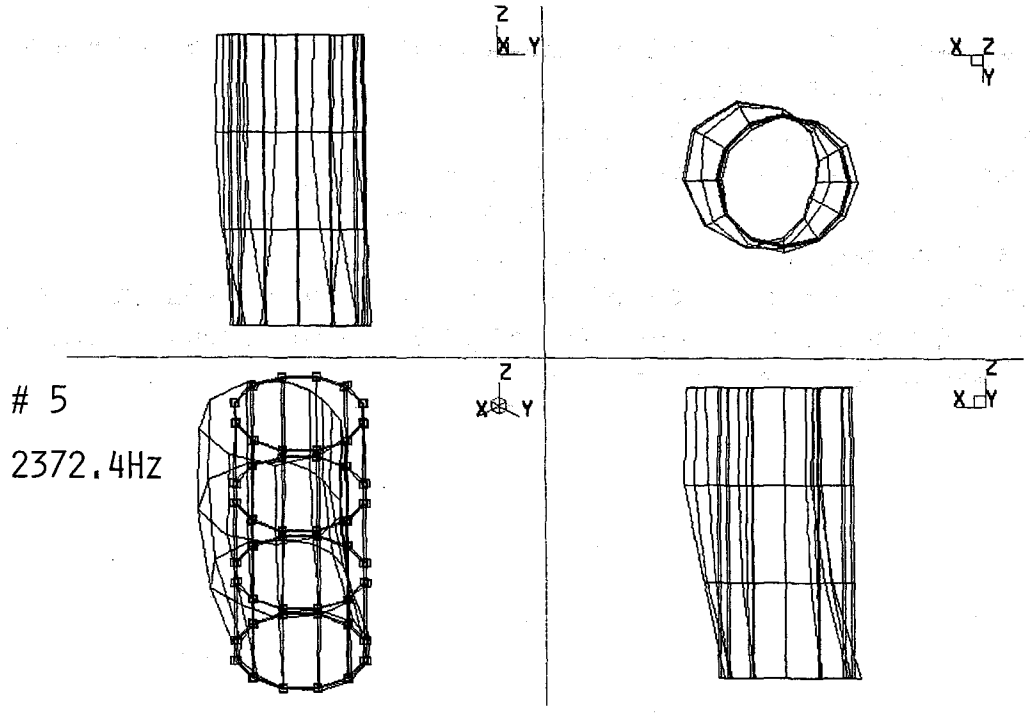


図7.5　円筒モード（５次）

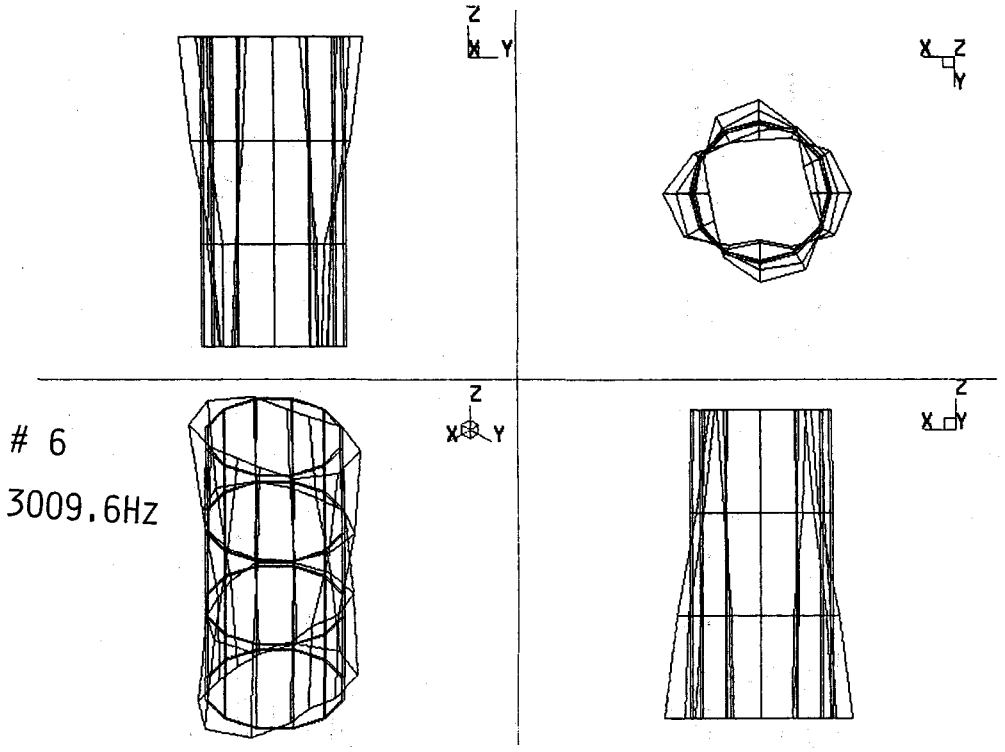


図7.6　円筒モード（６次）

文　　献

1）川副嘉彦(1990)テニスラケットの動力学とコンピュータ援用設計－モード特性に及ぼす諸因子の影響と設計への指針－．日本機械学会論文集(C編)56(526):167-173.

2）小堀与一(1978)実用振動計算法．工学図書，pp.202.

3）大久保信行(1991)ゴルフの用具について．Jap. J. Sports Sci. 10(12):795-799.

4）背戸一登・山下繁生(1992)人に優しいバットの開発．No.920-55(I):192-195.

5）谷口修ほか(1981)振動工学ハンドブック．養賢堂，pp.208.

6）田代進(1995)ゴルフクラブ設計CAE技術の開発.スポーツ工学シンポジウム1995講演論文集:75-78.

7）矢野澄雄･前田正登(1995)スポーツ用具のダイナミクスと実験モード解析（野球用バットの振動解析）．神戸大学発達科学部研究紀要 第2巻第2号:255-269.

付　録　　プログラム２（強制振動解析）　(HP-BASIC ver.5.11)

行番号	設　定　値	行番号	入　　力
270	ヤング率 E [Pa]	890	計算する周波数f [Hz]の
280	密度g [kg/m^3]		始め，終わり，きざみ
290	全質量 m [kg]	900	加振箇所の指定
310	はり要素の数+1　(N+1)		
320- 350	長さLi [m]		
620- 750	重心位置の計算		組み込み関数
760- 870	慣性モーメントの計算		
5000-5010	外径D16-D1 [m]	1030	IDN:単位行列
5020-5040	通常肉厚t16-t1 [m]	1160	DET( ):行列式
5050-	肉厚変更時の事例データ	1800	INV( ):逆行列
	(40g+,80g+,Head,Center,Grip)		

```
100   ! ---------------------------------------------------------------
110   !
120   !                  File name is "Bat_mat88"
130   !
140   ! ---------------------------------------------------------------
150   !
160      OPTION BASE 1
170      Sn=17
180      ALLOCATE Lj(Sn),Dj(Sn),Tj(Sn)! Lj=length, Dj=diameter, Tj=thickness
190      ALLOCATE Mj(Sn),Aj(Sn),Ij(Sn)! Mj=mass, Aj=aria, Ij=moment^4
200      REAL Ey,Rsg                  ! Ey=Young modulus, Rsg=Specific gravity
210   !
220      DIM Amatrix(7,7),Bmatrix(7,7),Cmatrix(7,7),Zmatrix(7,1),Mmatrix(7,7)
230      DIM Ccmat(3,3),Cdmat(2,2),Cemat(2,1)
240      DIM Icdmat(3,3),Zzmatrix(7,1),Zend_mat(3,1)
250      DIM F2mat(3,1)
260   !
270      Ey=7.40*10^10                ! unit = N/m^2
280      Rsg=2.77*10^3                ! unit = kg/m^3
290      Bat_mass=.741                ! unit = kg
300   !
310      Segment=Sn-1
320      FOR I=Segment TO 1 STEP -1
330               Lj(I)=50/1000       ! unit = m
340               Lj(Segment)=70/1000
350      NEXT I
360      RESTORE 5000
370      FOR I=Segment TO 1 STEP -1
380               READ Dj(I)
390               Dj(I)=Dj(I)/1000    ! unit = m
400      NEXT I
410      RESTORE Nomal_thick
420      FOR I=Segment TO 1 STEP -1
430               READ Tj(I)
440               Tj(I)=Tj(I)/1000    ! unit = m
450      NEXT I
```

設定値

```
460       FOR I=1 TO Segment
470                 Aj(I)=((Dj(I)/2)^2-(Dj(I)/2-Tj(I))^2)*PI
480       NEXT I
490       FOR I=1 TO Segment
500                 Mj(I)=Aj(I)*Lj(I)*Rsg
510       NEXT I
520       Mtotal=0
530       FOR I=1 TO Segment
540                 Mtotal=Mtotal+Mj(I)
550       NEXT I
560       Emass=Bat_mass-Mtotal
570       FOR I=1 TO Segment
580                 Ij(I)=(Dj(I)^4-(Dj(I)-2*Tj(I))^4)*PI/64
590       NEXT I
600       Emass=.0401
610     !
620       Iq=0                                                    ┐
630       Iz=0                                                    │
640       Gcenter=0                                               │
650       Ltotal=0                                                │  重心位置の計算
660       Gtotal=0                                                │
670       FOR I=1 TO Segment                                      │
680                 Ltotal=Ltotal+Lj(I)                           │
690                 Gtotal=Gtotal+Mj(I)                           │
700                 IF Gtotal>Mtotal/2 THEN                       │
710                           Rcg=Gtotal-Mtotal/2                 │
720                           Rcg=Lj(I)*Rcg/Mj(I)                 │
730                           Gcenter=Ltotal-Rcg                  │
740                 END IF                                        ┘
750       NEXT I
760       Ltotal2=0
770       FOR I=1 TO Segment
780                 Ltotal2=Ltotal2+Lj(I)
790                 Iq=Iq+Mj(I)*((Dj(I)/2)^2+(Dj(I)/2-Tj(I))^2+(Lj(I)/3)^2)/4
800                 IF I=Segment THEN
810                           Iz=Iz+Mj(I)*(Gcenter-(Ltotal2-.035))^2
820                 ELSE
830                           Iz=Iz+Mj(I)*(Gcenter-(Ltotal2-.025))^2
840                 END IF
850       NEXT I
860       Minertia=Iq+Iz+Emass*(Gcenter-Ltotal)^2
870       PRINT Minertia
880     !
890       INPUT "Freq. min, max & STEP ? [min,max,STEP]",Hz_min,Hz_max,Hz_step
900       INPUT "Force applyed place number ?",Force_in
910     !
1000  F_natural:!
1010      FOR Hz=Hz_min TO Hz_max STEP Hz_step
1020                Omega=2*PI*Hz
1030                MAT Bmatrix= IDN
1040                FOR I=1 TO Segment
1050                          IF I=Force_in THEN
1060                                    Fin0=1
1070                          ELSE
1080                                    Fin0=0
1090                          END IF
1100                          GOSUB B7_matrix_sub
1110                NEXT I
1120                MAT Mmatrix= IDN
1130                Mmatrix(5,2)=-Emass*Omega^2
1140                MAT Cmatrix= Bmatrix*Mmatrix
1150                MAT Ccmat= Cmatrix(4:6,1:3)
1160                Dccmat=DET(Ccmat)
```

```
1170                IF Hz=Hz_min THEN
1180                        D1ccmat=Dccmat
1190                ELSE
1200                        IF Dccmat*D1ccmat<0 THEN
1210                                Nfreq=(Hz+Hz-Hz_step)/2
1220                        END IF
1230                        D1ccmat=Dccmat
1240                END IF
1250        NEXT Hz
1260        PRINT "Natural frequency =",Nfreq
1270        INPUT "Natural Frequency ... o.k ???  [Y/N] ",Fok$
1280        IF Fok$="Y" OR Fok$="y" THEN 1340
1290        Hz_max=Nfreq+Hz_step
1300        Hz_min=Nfreq-Hz_step
1310        Hz_step=Hz_step/10
1320        GOTO F_natural
1330    !
1340        GRAPHICS ON
1350        VIEWPORT 0,70*RATIO,20,90
1360        SHOW .85,-.05,-.05,.05
1370        AXES .05,.05,.85,-.2,10,10
1380        LINE TYPE 6,35
1390        MOVE .9,0
1400        DRAW -.1,0
1410        PENUP
1420        LINE TYPE 1
1430        LORG 5
1440        CSIZE 2.5,.5
1450        Llj=0
1460        FOR I=1 TO Segment
1470                Llj=Llj+.05
1480                MOVE Llj-.05,Dj(I)/2
1490                DRAW Llj-.05,-Dj(I)/2
1500                DRAW Llj,-Dj(I)/2
1510                DRAW Llj,Dj(I)/2
1520                DRAW Llj-.05,Dj(I)/2
1530                PENUP
1540        NEXT I
1550        Llj=Llj+30/1000
1560        MOVE Llj,.05/2
1570        DRAW Llj,-.05/2
1580        DRAW Llj-.03,-.05/2
1590        DRAW Llj-.03,.05/2
1600        DRAW Llj,.05/2
1610        PENUP
1620        PEN 2
1630        Llj=0
1640        FOR I=1 TO Segment
1650                Llj=Llj+.05
1660                MOVE Llj-.05,Dj(I)/2-Tj(I)
1670                DRAW Llj-.05,-(Dj(I)/2-Tj(I))
1680                DRAW Llj,-(Dj(I)/2-Tj(I))
1690                DRAW Llj,(Dj(I)/2-Tj(I))
1700                DRAW Llj-.05,(Dj(I)/2-Tj(I))
1710                PENUP
1720        NEXT I
1730        PEN 1
1740    !
1750        Hz=Nfreq
1760        MAT F2mat(1:3,1)= Cmatrix(4:6,7)
1770        Zend_mat(1,1)=Xp
1780        Zend_mat(2,1)=Yp
1790        Zend_mat(3,1)=Phai
```

バットの形状を描く
グラフィックス

```
1800      MAT Icdmat= INV(Ccmat)
1810      MAT Zend_mat= Icdmat*F2mat
1820      MAT Zend_mat= (-1)*Zend_mat
1830   !
1840      Zzmatrix(1,1)=Zend_mat(1,1)
1850      Zzmatrix(2,1)=Zend_mat(2,1)
1860      Zzmatrix(3,1)=Zend_mat(3,1)
1870      Zzmatrix(4,1)=0
1880      Zzmatrix(5,1)=0
1890      Zzmatrix(6,1)=0
1900      Zzmatrix(7,1)=1
1910      MAT Zmatrix= Mmatrix*Zzmatrix
1920   !
1930      PEN 5
1940      MOVE .8,Zmatrix(2,1)*1000                          ! unit mm/N
1950      LABEL "*"
1960      PENUP
1970      FOR Zi=Segment TO 1 STEP -1
1980                IF Zi=Force_in THEN
1990                          Fin0=1
2000                ELSE
2010                          Fin0=0
2020                END IF
2030                MAT Zzmatrix= Zmatrix
2040                MAT Bmatrix= IDN
2050                Hz=Nfreq
2060                I=Zi
2070                GOSUB B7_matrix_sub
2080                MAT Zmatrix= Bmatrix*Zzmatrix
2090                MOVE 50/1000*(Zi-1),Zmatrix(2,1)*1000 ! unit mm/N
2100                LABEL "*"
2110                PENUP
2120      NEXT Zi
2130      CSIZE 5,.5
2140      MOVE .7,.075
2150      LABEL USING "4D.D,2A";Nfreq,"Hz"
2160      PENUP
2170      PEN 1
2180      CSIZE 3.5,.5
2190      FOR I=0 TO Segment
2200                MOVE .05*I,-.075
2210                LABEL I+1
2220                PENUP
2230      NEXT I
2240   !
2250      STOP
2260   !
3000   B7_matrix_sub:!
3010      Kbb=Ey*Aj(I)/Lj(I)
3020      Lambda4=(Mj(I)*Omega^2)/Ey/Ij(I)/Lj(I)
3030      Lambda=SQR(SQR(Lambda4))
3040      Beta=Omega*SQR(Mj(I)/Kbb)
3050      Ss=(COSH(Lambda*Lj(I))+COS(Lambda*Lj(I)))/2
3060      Tt=(SINH(Lambda*Lj(I))+SIN(Lambda*Lj(I)))/2
3070      Uu=(COSH(Lambda*Lj(I))-COS(Lambda*Lj(I)))/2
3080      Vv=(SINH(Lambda*Lj(I))-SIN(Lambda*Lj(I)))/2
3090      Pp=COS(Beta)*Lj(I)
3100      Qq=SIN(Beta)*Lj(I)/Omega/SQR(Mj(I)*Kbb)
3110      Rr=-Omega*SQR(Mj(I)*Kbb)*SIN(Beta)*Lj(I)
3120      MAT Amatrix= IDN
3130      Amatrix(1,1)=Pp
3140      Amatrix(1,6)=Qq
3150      Amatrix(2,2)=Ss
```

```
3160      Amatrix(2,3)=-Tt/Lambda
3170      Amatrix(2,4)=Uu/Ey/Ij(I)/(Lambda^2)
3180      Amatrix(2,5)=-Vv/Ey/Ij(I)/(Lambda^3)
3190      Amatrix(3,2)=-Lambda*Vv
3200      Amatrix(3,3)=Ss
3210      Amatrix(3,4)=-Tt/Ey/Ij(I)/Lambda
3220      Amatrix(3,5)=Uu/Ey/Ij(I)/(Lambda^2)
3230      Amatrix(4,2)=Ey*Ij(I)*Lambda^2*Uu
3240      Amatrix(4,3)=-Ey*Ij(I)*Lambda*Vv
3250      Amatrix(4,4)=Ss
3260      Amatrix(4,5)=-Tt/Lambda
3270      Amatrix(5,2)=-Ey*Ij(I)*Lambda^3*Tt
3280      Amatrix(5,3)=Ey*Ij(I)*Lambda^2*Uu
3290      Amatrix(5,4)=-Lambda*Vv
3300      Amatrix(5,5)=Ss
3310      Amatrix(5,7)=Fin0
3320      Amatrix(6,1)=Rr
3330      Amatrix(6,6)=Pp
3340      MAT Cmatrix= Bmatrix*Amatrix
3350      MAT Bmatrix= Cmatrix
3360      RETURN
3370   !
5000      DATA 23.10,23.175,23.30,24.025,26.70,31.50,37.30,43.80,50.65
5010      DATA 57.00,62.25,66.775,67.05,67.00,67.05,67.05
5020 Nomal_thick:!
5030      DATA 5.40,3.60,3.60,3.55,3.20,2.75,2.45,2.25,2.10
5040      DATA 2.00,2.05,2.15,2.20,2.225,2.25,2.25
5050 T100g_h:! +100g                                          ┐ ヘッド部に
5060      DATA 5.40,3.60,3.60,3.55,3.20,2.75,3.45,3.25,3.10   ┘ 100g増加
5070      DATA 2.00,2.05,2.15,3.14,3.155,3.18,3.18
5080 T100g_g:!                                                ┐ グリップ部に
5090      DATA 11.55,11.5875,10.85,9.28,3.20,2.75,2.45,2.25,2.10 ┘ 100g増加
5100      DATA 2.00,2.05,2.15,2.20,2.225,2.25,2.25
5110 T100g_m:!                                                ┐ 中央部に
5120      DATA 5.40,3.60,3.60,3.55,3.20,2.85,5.0,5.0,3.50     ┘ 100g増加
5130      DATA 2.00,2.05,2.15,2.20,2.225,2.25,2.25
5140 T40g_g:! +40g grip (15,16)                               ┐ グリップ部に
5150      DATA 11.55,6.677,3.60,3.55,3.20,2.75,2.45,2.25,2.10 ┘ 40g増加
5160      DATA 2.00,2.05,2.15,2.20,2.225,2.25,2.25
5170 T40g_m:! +40g center  (8,9)                              ┐ 中央部に
5180      DATA 5.40,3.60,3.60,3.55,3.20,2.75,2.45,3.46,3.125  ┘ 40g増加
5190      DATA 2.00,2.05,2.15,2.20,2.225,2.25,2.25
5200 T40g_h:! +40g head (1,2)                                 ┐ ヘッド部に
5210      DATA 5.40,3.60,3.60,3.55,3.20,2.75,2.45,2.25,2.10   ┘ 40g増加
5220      DATA 2.00,2.05,2.15,2.20,2.225,3.00,3.00
5230 T80g_g:! +80g grip (13,14,15,16)                         ┐ グリップ部に
5240      DATA 11.55,11.5875,7.35,4.89,3.20,2.75,2.45,2.25,2.10 ┘ 80g増加
5250      DATA 2.00,2.05,2.15,2.20,2.225,2.25,2.25
5260 T80g_m:! +80g center  (8,9)                              ┐ 中央部に
5270      DATA 5.40,3.60,3.60,3.55,3.20,2.75,2.45,4.75,4.175  ┘ 80g増加
5280      DATA 2.00,2.05,2.15,2.20,2.225,2.25,2.25
5290 T80g_h:! +80g head (1,2)                                 ┐ ヘッド部に
5300      DATA 5.40,3.60,3.60,3.55,3.20,2.75,2.45,2.25,2.10   ┘ 80g増加
5310      DATA 2.00,2.05,2.15,2.20,2.225,3.755,3.755
5320   !
6000      END
```