

カーボングラファイト製「シナイ」について

榎 康 守

1. はじめに

「剣道は日本刀の操作の技術として考案されたものである。」¹⁾とされているが、現代剣道では、その刀は、全日本剣道連盟の剣道試合規則により竹刀と定められている。

これまでの現代剣道における竹刀は、江戸時代に開発されて以来、読んで字のごとく天然素材である竹製のものがほとんどであったが、剣道界にカーボングラファイト製のシナイ²⁾が登場³⁾して一年余りになる。

発売時期に、カーボンシナイの特性などを安藤が報告⁴⁾しているが、その後、カーボンシナイの改良や、3尺9寸(約118cm, 465g～490g)のみであったものが、長さ・重さの違いにより、多種類のものとなっている。

また、発売後の時間の経過に伴い、その使用感・耐久性・安全性などの現場における反響や、公式試合における使用問題の反応なども表面化してきているようである。

そもそもカーボンシナイの出現は、これまでの竹刀の置き所であった安全性・耐久性の追究の結果の生産物であろうと考えられるので、これらの点に重点を置き、メーカーによる提出資料やシナイ繰り返し打撃試験、曲げ弾性試験、曲げ破壊荷重(耐折損強度)試験などの実験結果、また、徳山大学剣道部員のアンケート結果や現場の声、筆者自身の使用感などを参考に、竹製

注1) 持田盛二監修、中野八十二・坪井三郎著『図説剣道事典』第3刷、講談社、1978、10頁。

2) 以下、カーボンシナイという。

3) 1985年3月1日発売。長谷川工業株式会社製造。

4) 早稲田大学『体育研究紀要』第17号。

シナイとカーボンシナイの比較を試みながら考察を進めてみたいと思う。

2. カーボンシナイの規格

発売当初、3尺9寸のみであったカーボンシナイも、3尺8寸(男子用)・3尺8寸L(女子用)が昨年9月に、3尺7寸・3尺6寸が同10月、3尺4寸が本年1月に発売され、各サイズが出揃った。

また、現在では第①表のように重量の方も3尺4寸を除き、各サイズにL(ライト)・M(ミドル)・H(ヘビー)と幅が広がり、比較的好みの重量のものを選べるようになってきた。

これらの長さ・重さは第②表の全日本剣道連盟の剣道試合規則第4条の竹刀規格表を満たすものとなっている。

ただし、第①表のカーボンシナイ規格重量表における重さは、竹刀の付属品である先皮・中ゆい・つる・柄皮・つば・つば止め等を一切含まないものとなっているが、第②表の竹刀規格表における重量は、つばとつば止めを除いた、先皮・中ゆい・つる・柄皮の付属品を含んだ重さとなっている。

3. 改良点について

発売以後、メーカーは、2点の大きな改良を行っている。

まず1点は、第①図のとおり、昨年5月以降発売のものから割板の中に糸芯を入れたことである。

発売当初のものは、芯体の保護材(高密度ポリエチレン)により、芯体が折れても簡単に離脱しないようになっていたが、保護材の強度を落とし糸芯を入れることにより、折損したことを確認しやすくし、また再使用の危険性を防ぎ、さらに離脱の可能性を低くしている。

もう1点は、第②図のようなカーボンシナイ専用の先ゴムを開発したことである。

1986年6月 榎 康守：カーボングラファイト製「シナイ」について

この先ゴムは、断面が四角形になっており、カーボンシナイの内側にピッタリはまり、打突によって先端が偏平になりにくい設計となっている。

従来の先ゴムは、軟らかいゴム製で円形をしており、形状、寸法がまちまちであり、使用中にゴム質が劣化しやすいものであったため、打突した竹刀の先端がつぶれて、面金の隙間から先皮ごと入るといった事例（竹製シナイ使用時）が発生しており、カーボンシナイの場合も同様のことが想定されることであり、安全対策上改良されたようである。

開発のカーボンシナイ専用の先ゴムは、本年1月から装着発売しているが、これまで発売のものにも交換を急いでいるようだ。

改良自体は簡単なことであったが、事例から考えると安全面での大きな改良といえるであろう。

4. 安 全 性

前述の改良点は、いずれもカーボンシナイにおける安全性への強化であったが、竹製シナイと比較した場合の安全性を考察してみよう。

竹製シナイとカーボンシナイの破損状態を比べてみると、竹製シナイの場合、長手方向の直線繊維の集合体であるため、縦割れが生じたり、ササクレができやすく、それが原因となる失明、死亡事故がこれまでに発生している。

カーボンシナイの場合は、メーカーは芯体の詳細は明らかにしていないが、樹脂含浸したカーボングラファイトの長繊維で芯体を構成し、その周囲を高密度ポリエチレンで被覆した構造になっており、その工程を見学した限りにおいて、竹製シナイのような縦割れ、ササクレの可能性は無いといえそうだ。

また、前述のように、表面が折損に至っても、中の糸芯がつながっており、離脱の可能性をさらに低くしているといえる。

「竹の特徴として、疲労が蓄積しやすいことがあげられる。打つたびに細かな繊維が切れていき、それが積み重なった結果、寿命がつきて破損する。一方、カーボンシナイには疲労の蓄積がほとんど無く、ある一定限度以上の大

きな力が加わった際に破損するという違いがある。』⁵⁾ このことは、カーボンシナイと竹製シナイの耐久性の面から、かなりの差異となって表われている点であるが、同時に安全面についても同様のことがいえよう。

いずれにしても、カーボンシナイの安全性は竹製シナイに比較して、かなり優れているといえるが、カーボンシナイの使用上の注意にあるように、カーボン(黒い部分)が露出したものを使用したり、折れたものを再使用すると危険であることに変わりがない。

また、竹製シナイ同様、付属品である先皮や中ゆい、つる、柄皮などの点検が必要であることは、いうまでもないことである。

5. 耐 久 性

第②図・第③表は、メーカー実施のシナイ繰返し打撃試験法である。

第②図(ア)は、試験装置を真上から見た図で、(イ)は、その側面図である。

右の台座の上にシナイのテストピースを固定し、鉄の棒におもりを付け叩くわけであるが、テストピースの平面(平打)と側面(横打)で実施し、テストピースの耐久度を測定している。

第③表のように、鉄の棒の長さ(1)および鉄棒先端からテストピースまでの距離(A)は、平打、横打で長さを変え、鉄棒先端からおもりまでの距離(B)は、シナイの種類(長さ)、平打、横打により、その長さを変えている。また、テストピース先端から鉄棒中心までの距離(C)は、シナイの長さにより変えてある。この表は、カーボンシナイの表となっているが、竹製シナイの試験もこれに準じて行っている。

この結果が第④表の衝撃試験のデータとなっている。

カーボンシナイについては、3尺9寸M・3尺8寸MおよびL(女子用)・3尺7寸M・3尺6寸M・3尺4寸のシナイピースでテストし、竹製シナイ

5) 中野竜夏編集『月刊剣道日本』2月号、スキージャーナル、1986、21頁。

1986年6月 榎 康守：カーボングラファイト製「シナイ」について

については、3尺9寸（メーカーA）・3尺8寸（メーカーB）・3尺7寸（メーカーB）・3尺6寸（メーカーC）・3尺4寸（メーカーC）のシナイピースでテストしている。

平打試験の結果、カーボンシナイは、いずれのサイズのシナイピースも50回以上叩いても割れていないが、竹製シナイの場合は1～5回で割れ、ササクレができています。

また横打試験の結果、カーボンシナイの場合、3尺9寸・3尺8寸は20回前後、3尺8寸Lは25回、3尺7寸・3尺6寸は10回前後、3尺4寸は5回で割れている。竹製シナイは、3尺9寸・3尺8寸が6回、3尺7寸・3尺6寸・3尺4寸は3回でササクレができ割れた。

以上のように、この試験においては、平打・横打の両方の場合で、竹製シナイよりカーボンシナイがはるかに割れにくいという結果がでています。

「竹刀は叩かれるものでなく、叩くものである。」⁶⁾、「4枚合せることで摩擦の問題も生ずる。」⁷⁾と、『剣道日本』2月号(1986)で指摘しているものの、安全性の項で前述した竹製シナイとカーボンシナイの疲労の蓄積の特徴を上げ、「実際に使用してみるとその差異がはっきり表われる。」⁸⁾と結んでいる。

このことは、筆者および本学剣道部員の例をみても、竹製シナイの数倍の耐久性があることが実証されている。

筆者は、昨年2月より昨年11月（改良品と交換）まで使用したが、外傷はあるが折損がなく交換後のシナイも現在まで使用しているが同様である。本学剣道部員もカーボンシナイ使用者が12名おり、その中でも昨年6月より使用の6本についても外傷があるものの折損はない。6月以降使用の6本も同様である。

また、本学剣道部員のうち28名を対象に竹製シナイに関する調査を行ったところ、レギュラークラスの公式試合を多く経験している者と公式試合を余

6) 同上。

7) 同上。

8) 同上。

り経験してない者での購入本数やその単価にばらつきがあったが、1年間の平均購入本数は8・6本、平均単価は2,180円であった。ただし、全員の者が少々のササクレは補修(削ったり、テープを巻く。)したり、一部折損が生じてでも使用可能ピースの差し替えによる再使用をしている。

耐久性については、稽古の内容と量、手のうちによっても差があることはもちろんであるが、カーボンシナイと竹製シナイの耐久性に数段の差があることは確かであろう。

ちなみにメーカーは、昨年3月28日～10月28日までで7,700本(30,800ピース)を市場に出しているが、その間、保証制度(3ヶ月)による123ピースの取り替えを行っている。単純に計算をすると約0.4%という数字が出るが、店頭に残っているものもあるので、これがそのまま使用3ヶ月内における折損率とはいえないまでも、かなりの耐久性とっていいだろう。

次に、シナイピースを曲げたときの耐折損(曲げ破壊)強度をみてみよう(メーカー実施)。

第⑤表における測定位置(a～g)は、3尺9寸(1,180mm)においては、シナイの一番ふくらみのある部分e点(先端から750mm)を起点として150mm間隔で位置を決めてある。

各サイズのe点は、3尺8寸(1,150mm)は先端より735mm、同じく3尺7寸(1,120mm)は720mm、3尺6寸(1,090mm)は705mm、3尺4寸(1,030mm)は675mmとなっているが、これらのe点を起点として、それぞれ3尺9寸の長さに対する比率によって、a・b・c・d・f・g点を決めてある。

シナイでいうとb点はおよそ中ゆい近くであり、したがってa点・b点は物打ち部にあたり、もっとも打突頻度の高いところとなっている。

e点は前述のとおり、シナイの一番ふくらみのある部分で、f点はおよそつばに近い部分といえる。

なお、表におけるa・b間の点線は、くり返し打撃試験における衝撃点であり、参考までに示してある。

この表はカーボンシナイを対象としているが、竹製シナイにおける曲げ破

壊測定位置もこれに準じている。

さて試験結果は、第④表の曲げ破壊荷重のデータのとおりである。

特に打突の激しく行われる a 点・b 点の強度に注目すると、平（平面）部については、a 点で 3 尺 9 寸において約 1.6 倍、3 尺 8 寸 M において約 2.0 倍、3 尺 8 寸 L において約 1.7 倍、3 尺 7 寸で約 1.6 倍、3 尺 6 寸で約 1 倍、3 尺 4 寸は 1 倍と 1.0 倍～約 2.0 倍の範囲でカーボンシナイが竹製シナイに比べて上回っている。

b 点においても 3 尺 9 寸は約 1.6 倍、3 尺 8 寸 M で約 1.9 倍、3 尺 8 寸 L で約 1.7 倍、3 尺 7 寸では約 1.8 倍、3 尺 6 寸で約 1.3 倍、3 尺 4 寸は約 0.7 倍となり、3 尺 4 寸を除くと、約 1.3 倍～約 1.9 倍の範囲で a 点同様、カーボンシナイの強度が優れているといえる。竹製シナイがカーボンシナイに優るデータを残した 3 尺 4 寸については、フシの影響によるものと考えられる。

横（側面）部については、a 点で 3 尺 9 寸において約 1.5 倍、3 尺 8 寸 M は約 1.0 倍、3 尺 8 寸 L は約 0.9 倍、3 尺 7 寸で約 1.2 倍、3 尺 6 寸では約 0.8 倍、3 尺 4 寸で約 0.9 倍のカーボンシナイの竹製シナイに対する強度となっている。

b 点においては、3 尺 9 寸で約 1.3 倍、3 尺 8 寸 M で約 1.1 倍、3 尺 8 寸 L で約 1.0 倍、3 尺 7 寸では約 1.2 倍、3 尺 6 寸は約 1.0 倍、3 尺 4 寸は約 1.2 倍の強度となっている。

このように横部については、a 点・b 点ともサイズによって、カーボンシナイと竹製シナイの強度の優劣に変化がある結果となっている。

通常、竹製シナイには 3 か所のフシがある（柄部を除く）が、カーボンシナイのデータの数値に比べ竹製シナイのデータの数値にばらつきがあるように、フシにあたる測定位置、フシ近くの測定位置、フシとフシの間の測定位置により、強度にかなりの段差が生じ、このような測定結果になっていると考えられる。特にこのフシの影響は、横部において大きいようである。

これに比べ、カーボンシナイにはフシがないので、測定位置による強度の差が竹製シナイほどないといえる。したがって実際使用したときの比較は、数字における優劣以上のものがあると考えられる。

6. 使用感

本学剣道部員のカーボンシナイ使用者12名および竹製シナイ使用者27名について、昨年11月23日に行われた第4回全日本女子学生剣道優勝大会において学生連盟の行ったアンケート⁹⁾を用い質問したところ、次のような結果を得ることができた。

A. カーボンシナイ使用者12名のうち、感触に、竹製シナイと比べ異和感を感じた者。

- ① 構えたとき…………… 3名
- ② 面を打ったとき…………… 2名
- ③ 小手を打ったとき…………… 0名
- ④ 胴を打ったとき…………… 3名
- ⑤ 突を打ったとき…………… 6名
- ⑥ 応じたとき…………… 1名
- ⑦ 竹製シナイと触れ合ったときや打ち合ったとき…………… 1名

B. 竹製シナイ使用者27名のうち、カーボンシナイ使用者の打突に、竹製シナイと比べ異和感を感じた者。

- ① 面を打たれたとき…………… 1名
- ② 小手を打たれたとき…………… 4名
- ③ 胴を打たれたとき…………… 0名
- ④ 突を打たれたとき…………… 9名
- ⑤ 防具のないところを打たれたとき…………… 6名
- ⑥ カーボンシナイと触れ合ったときや打ち合ったとき…………… 0名

この結果は、全日本女子学生剣道優勝大会出場校のアンケート結果¹⁰⁾と比べ、男子と女子の打突力の違い、試合と稽古という時間的相違により、多少感触に違うものがあるようである。

9) 中野竜夏編集，前掲書，18頁。

10) 同上。

アンケート結果をもとに、カーボンシナイに対して異和感を感じた者にその内容を聞いてみたところ、カーボンシナイを使用している者の多くは打突時の反発力をあげており、逆の立場の者の多くは主に打突されたときの疼痛をあげていた。

反発力に関しては、カーボンシナイの特長として、耐折損強度を竹よりも強くもたせていることに関係しているが、少し曲げるには竹より少ない力ですみ、大きく曲げるには竹より大きな力があるところに異和感の原因があるようにも思える。

また疼痛に関しては、竹製シナイを使用している者で、カーボンシナイの打突全般において疼痛を感じないと答えた20名に、“最初からカーボンシナイの外観上のイメージを含め、「痛そうだ」とか「痛い」とかを全く感じなかったか？”という質問をしたところ、16名の者が初めと現在とでその感触に変化があったと答えている。

第④表における曲げ弾性の実験結果（メーカー提出資料）をみると、3尺9寸において、平方向へ曲げたときの竹製シナイに比較したカーボンシナイの硬さは、a・b・c点で軟らかく、d・e・f・g点では硬い。また横方向への場合は、a・b・d・e点で軟らかく、c・f・g点において硬い。

3尺8寸Mの場合をみてみると、平方向ではすべての測定点でカーボンシナイが硬く、横方向ではすべての測定点でカーボンシナイが軟らかい結果となっている。

3尺8寸Lでは、平方向において、a・b・e・g点が軟らかく、c・d・f点において硬い。また横方向は、すべての測定点でカーボンシナイが軟らかい。

3尺7寸については、平方向ではすべての測定点でカーボンシナイが硬く、横方向では、a・b・c・e点で軟らかく、d・f・g点において硬い。

3尺6寸においては、平方向では、a・b・c・d・e点が軟らかく、f・g点が硬い。また横方向では、a・b・c・d・g点が軟らかく、f点のみ硬い。

3尺4寸を見ると、平方向では、a・b・c・d・e点で軟らかく、f点

において同等の硬さ、g点で硬い。また横方向では、a・b・c・d・e点で軟らかく、f・g点では硬い。

このような結果から、竹製シナイの場合フシがあるので、測定位置で曲げ弾性に段差があるが、総合的に比較的カーボンシナイの方が竹製シナイと比べ先が軟らかく、手元が硬くできているといえそうである。

このようなことを考え合せると、反発力や疼痛の問題は、慣れで解消できる範囲の問題であるように思われる。

調査の中で、カーボンシナイ使用者が言っていた「安心して突ける」、「安心して打てる」といった精神的使用感は、カーボンシナイの特性を一口で表現した意見であったように思われる。

7. カーボンシナイに対する剣道界の動き

発売当初は、カーボンシナイの現場における未知なる部分が多くあり、またメーカーにおける量産態勢の整わない部分もあり、使用者もごく限られていたようであるが、時間の経過に伴ない使用する者もかなり増加しているようである。メーカーの話では、本年3月末までに約16,000本を市場に出しているとのことである。

また、正課体育における使用、少年剣道における道場単位の購入も増えてきているとのことだ。

しかし、一方では、長い間使用してきた竹製のシナイに愛着を感ずる剣道家も少なくないようである。

カーボンシナイの公式大会における使用認可の問題は、カーボンシナイを使用している者、使用したいと思っている者にとって興味ある事項であるが、まず『全剣連広報』第61号に、「稽古については問題ないが試合では、全剣連で今すぐ承認とはいかないと思う。但し、将来普及した場合は、各県においてはグランドルールで処置していけば良いと思う。」¹¹⁾とのカーボンシナイに対す

11) 全日本剣道連盟『全剣連広報』第61号、1985、5頁。

る全剣連の取り扱いの姿勢を評議員会で示している。

以来、ローカル大会での使用例はたびたびあったが、昨年11月23日に行われた第4回全日本女子学生剣道優勝大会において初めて、全国大会規模の公式戦で、実験的試みの注釈つきながらも使用が認められたことは記憶に新しい。

また最近では、本年2月18日に行われた道場連盟理事会において、試合におけるカーボンシナイの使用が認可されているようである。

このような動向から、将来における各公式戦の使用認可は、今後さらにカーボンシナイが一般化するかどうかにかかっているように思われる。認可があれば、さらに普及することは十分に考えられるが、より以上普及して全日本剣道連盟の認可があると考えて良いだろう。

いずれにしても、普及と隣り合せて、認可はすぐ近くに来ているといえそうである。

8. おわりに

「安全である」ことは、剣道を行う以前の基本的なことであり、安全の上に立った剣道でなければならないことはいうまでもないことであるが、それはそのまま、「安心して打突できる」、「安心して指導できる」ことにつながり、そのもつ精神的意味合いは大きいものがある。

しかしながら、剣道において、竹刀破損による悲惨な事故が発生している過去の事例は、剣道をする者、指導する者が頭を痛めてきたことであり、剣道をする上で少なからず不安が同居していたことでもある。

そういった意味において、カーボンシナイは竹の長所を極力失することなく、これまでの竹刀の泣きどころであった安全性、耐久性をより以上に高めた点で、剣道のシナイとして高く評価のできるものといえるであろう。

使用感の上で、個人差により不快感を感じない者もいるようであるが、ほとんどが慣れで解消できる範囲の問題点であるといえそうである。

使用するか否かは、好みの上に立って、耐久性と価格の関係に安全性のメリットを考え合せ判断すればよいだろう。

試合における使用認可は、カーボンシナイを使用して有利になるということは、剣道のもつ性質上、ほとんど考えられないことであり、より以上の普及が可能にすることであろう。

筆者も特に安全性の上に立ち、剣道上達者の普及もさることながら、より以上に、打突における手のうちの悪い初心者や、初心者の比較的多い正課体育の授業、手入れのなかなかゆき届かない少年剣道などの場での普及を大いに願い結びとしたい。

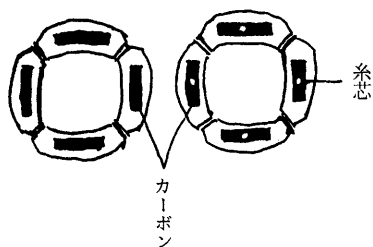
第①表 カーボンシナイ規格重量表

(単位:g)

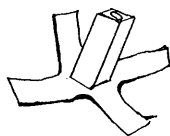
区分 長さ(寸)	L	M	H
39	440~459	460~489	490~520
38	370~409 (女子用)	410~449	450~480
37	320~339 (女子用)	340~369	370~400
36	290~309 (女子用)	310~339	340~370
34		270~300	

第②表 竹 刀 規 格 表

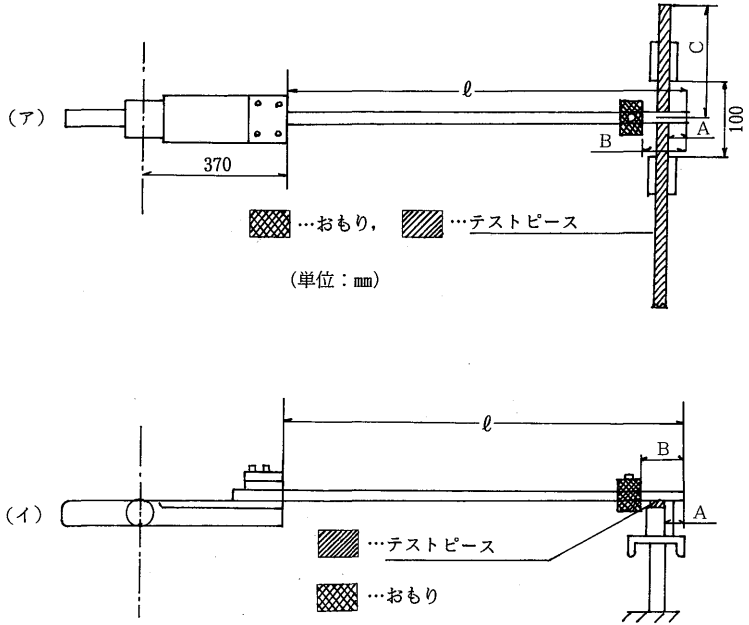
	中 学 生	高 校 生	大 学 生 ・ 一 般
長 さ	112cm以内 (約3.7尺以内)	115cm以内 (約3.8尺以内)	118cm以内 (約3.9尺以内)
重 さ	375gr以上 (約100匁以上)	450gr以上 (約120匁以上)	500gr以上 (約133匁以上)



第①図 旧タイプと新タイプの断面図



第②図 カーボンシナイ専用の先ゴム



第③図 シナイ繰り返し打撃試験法

第③表

区別	l	A	B						C					
			39	38 M	38 L	37	36	34	39	38 M	38 L	37	36	34
平打	503	55	76	76	100	100	150	200	187	183	183	179	175	168
横打	1,064	66	110	110	150	150	200	250	187	183	183	179	175	168

(単位: mm)

第④表

名称	重量 (g)	重心 先端より cm	衝撃試験		曲げ弾性： $\%_{mm}$ (48EI/L ³)							曲げ破壊荷重：kg (4Z δ /L)						
			平	横	a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	d	e	f	g
39M	471.0	61.1	平	横	15.5	21.6	26.8	39.3	50.7	33.5	28.8	103	120	145	136	170	86	80
			50回以上	横	20.4	32.2	43.7	60.3	65.8	36.5	28.4	182	198	246	180	201	158	158
38M	431.2	60.0	平	横	11.8	15.8	22.9	32.6	42.2	27.5	23.2	91	115	131	137	174	93	83
			50回以上	横	16.7	27.9	40.7	51.5	60.6	33.4	22.5	133	180	186	170	178	165	152
38L	374.3	61.0	平	横	8.3	11.8	16.8	25.0	16.9	20.7	15.8	76	99	110	100	142	83	69
			50回以上	横	14.6	22.7	32.1	38.8	47.4	30.6	20.1	116	156	205	122	165	134	128
37M	353.4	58.8	平	横	9.5	12.2	17.3	25.6	32.0	20.9	17.3	74	93	88	108	134	82	73
			50回以上	横	15.5	22.6	33.5	46.8	55.4	32.5	26.7	130	155	199	140	166	124	113
36M	320.4	56.9	平	横	7.3	10.2	14.7	21.6	28.5	19.0	14.8	62	83	91	96	125	73	64
			50回以上	横	14.5	23.3	27.8	40.6	54.2	28.3	22.3	101	137	202	145	166	131	145
34	282.1	53.1	平	横	5.4	7.5	11.0	16.2	22.2	13.3	10.8	50	65	80	96	122	60	56
			50回以上	横	12.5	19.2	25.8	37.0	49.4	24.7	17.4	91	132	125	146	162	122	106
メーカーA 39	460.3	60.5	平	横	23.4	27.6	34.6	35.4	48.6	20.0	18.4	66	73	92	112	128	81	72
			1回	横	29.7	38.7	35.0	90.4	113.4	29.5	23.0	120	157	170	255	348	153	105
メーカーB 38	435.4	59.5	平	横	10.2	13.6	15.7	19.0	32.8	16.4	16.2	45	59	72	76	72	66	60
			5回	横	33.8	38.4	45.6	56.2	69.1	35.0	33.9	135	162	183	225	316	144	146
メーカーB 37	347.8	57.9	平	横	8.5	8.2	12.9	12.0	17.3	9.0	7.5	47	51	70	75	135	56	46
			2回	横	26.8	30.2	36.0	40.2	70.2	29.6	17.6	110	127	154	180	327	135	125
メーカーC 36	333.7	55.1	平	横	16.7	15.0	26.0	23.1	33.1	16.3	9.3	60	65	105	90	112	62	38
			2回	横	31.4	35.9	45.9	48.0	59.9	26.4	55.1	130	142	196	183	294	116	100
メーカーC 34	295.6	52.5	平	横	13.3	12.7	22.0	20.0	24.0	13.3	8.9	50	97	86	75	92	46	26
			3回	横	26.4	26.1	38.8	44.9	51.5	20.3	16.7	105	111	153	160	230	97	80

(EI:曲げ弾性, L:支点間距離→100mm, Z:断面係数, δ :曲げ応力, V:荷重速度→10^{mm}/min)

第⑤表

曲げ弾性・曲げ破壊測定位置

