

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3933552号
(P3933552)

(45) 発行日 平成19年6月20日(2007.6.20)

(24) 登録日 平成19年3月30日(2007.3.30)

(51) Int.C1.

F 1

A 63B 53/10

(2006.01)

A 63B 53/10

A

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-287166 (P2002-287166)
 (22) 出願日 平成14年9月30日 (2002.9.30)
 (65) 公開番号 特開2003-169871 (P2003-169871A)
 (43) 公開日 平成15年6月17日 (2003.6.17)
 審査請求日 平成15年9月2日 (2003.9.2)
 (31) 優先権主張番号 特願2001-300265 (P2001-300265)
 (32) 優先日 平成13年9月28日 (2001.9.28)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000005935
 美津濃株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜4丁目1番23号
 (72) 発明者 斎藤 肇
 大阪府大阪市住之江区南港北1丁目12番
 35号 美津濃株式会社内
 (72) 発明者 蘆田 浩規
 大阪府大阪市住之江区南港北1丁目12番
 35号 美津濃株式会社内
 (72) 発明者 松井 泰志
 岐阜県養老郡養老町高田307-5 ミズ
 ノ テクニクス株式会社内
 (72) 発明者 久松 吾郎
 岐阜県養老郡養老町高田307-5 ミズ
 ノ テクニクス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ゴルフシャフト

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ヘッドが装着される側の端である先端とグリップが装着される側の端であるグリップ端とを備えた纖維強化樹脂製のゴルフシャフトにおいて、前記先端からグリップ端に向かってゴルフシャフト全長の15%～40%の範囲に、そのゴルフシャフトの曲げ剛性の最小値が存在し、且つ、前記先端からグリップ端に向かってゴルフシャフト全長の10%の範囲の任意の点における曲げ剛性の値が、前記最小値の1.2倍以上2.5倍以下の値に設定するとともに、前記最小値が存在する位置をaとした時、前記位置aからグリップ端に向かって、シャフト全長の60%の位置までの曲げ剛性分布が、原点を通る1次式で近似した場合、その1次式の傾き($N \cdot m^2 / mm$)が、±0.003の範囲内にある、概ね正比例としたことを特徴とするゴルフシャフト。

【請求項 2】

ヘッドが装着される側の端である先端とグリップが装着される側の端であるグリップ端とを備えた纖維強化樹脂製のゴルフシャフトにおいて、先端よりグリップ端に向かって該ゴルフシャフト全長の15%～40%の範囲に、そのゴルフシャフトの曲げ剛性の最小値が存在し、且つ、前記最小値が存在する位置から前記先端に向かうに従い、曲げ剛性が漸増し、前記先端からゴルフシャフト全長の10%の範囲の曲げ剛性の最大値が、前記最小値の1.2倍以上2.5倍以下の値に設定するとともに、前記最小値が存在する位置をaとした時、前記位置aからグリップ端に向かって、シャフト全長の60%の位置までの曲げ剛性分布が、原点を通る1次式で近似した場合、その1次式の傾き($N \cdot m^2 / mm$)

10

20

が、± 0 . 0 0 3 の範囲内にある、概ね正比例としたことを特徴とするゴルフシャフト。

【請求項 3】

前記位置 a から、前記グリップ端より前記先端側に 200 mm の位置までの曲げ剛性分布が、原点を通る 1 次式で近似した場合、その 1 次式の傾き (N · m² / mm) が、± 0 . 0 0 3 の範囲内にある、概ね正比例である請求項 1 又は 2 記載のゴルフシャフト。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ゴルフシャフトのヘッドを装着する側である先端部の軟らかさを損なうことなく、かつ、スイング時のトウダウンによるたわみ量を減らすことで、打点のばらつきを小さくした曲げ剛性分布を有するゴルフシャフトに関する。 10

【0002】

【従来の技術】

ゴルファーがゴルフクラブをスイングする時の動作を、「アドレス」からバックスイングに入り「トップ・オブ・スイング」、そしてダウンスイングに入り「コック開放」、「インパクト」、その後、フォロースルーに入り「フィニッシュ」までの一連の過程とみなし時に、「トップ・オブ・スイング」から「インパクト」までのダウンスイングの間が、最もゴルフシャフトが変形し、変化しやすく、それ故に、ボールの打点位置や弾道に影響を与える。 20

「トップ・オブ・スイング」からダウンスイング中の「コック開放」迄は、主に、ヘッドから作用される慣性力により、ゴルフシャフトのグリップ部を中心とした曲げモーメントがゴルフシャフト全長に作用する。

【0003】

しかしながら、「コック開放」から「インパクト」までは、ヘッド重心がシャフト軸線上から少し離れて存在する点、及び、ヘッドのフェース面がスイング中にスイングプレーンに対して様々な方向に変化をしていくという点、更に、ヘッドにかかる遠心力が作用するなどの理由により、ゴルフシャフトは複雑に変形する。特に前記先端部でこの傾向が多く見られる。 30

【0004】

具体的には、「コック開放」～「インパクト」において、ヘッドのフェース面が概ねヘッドの進行方向に対してスクウェア（垂直面）になるが、そのヘッドの進行方向に対するゴルフシャフトのしなりという変形であり、このしなりの有無がヘッドスピードの増加、即ち、飛距離アップにつながる要因の1つである。

また、「コック開放」～「インパクト」においては、前記したようにヘッドのフェース面が概ねスクウェアになるが、そのヘッドの進行方向に対して垂直な方向の、即ち、ヘッドのヒール側へのゴルフシャフトのしなりという変形が生じる。このヘッドのヒール側にしなる現象を、一般に、「トウダウン」（又は英語で、ドループ； D R O O P ）といい、その移動量をトウダウンによるたわみ量と呼んでいる。

【0005】

ヘッドの進行方向に対するしなりを大きくすること、特に、ゴルフシャフトの先端部の曲げ剛性を小さくすることでしなりを大きくして、打球の飛び出し角度をあげることで、飛距離アップを狙う事は公知であり、例えば、特開平 11 - 76479 号公報に開示されたものなどが公知である。しかしながら、ヘッドの進行方向に対するしなりを大きくすることの効果をあまりに狙う設計とすると、逆に、トウダウンによるたわみ量が大きくなり、結果として、ゴルファーのスイング毎のばらつきを助長してしまい、ボールの打点位置や弾道のばらつきを大きくしてしまう。この問題を解決するには、ゴルフシャフトの先端部の曲げ剛性を上げることは容易に考えられるが、あまりにその曲げ剛性を上げると逆にヘッドの進行方向に対するしなりの効果を小さくしてしまう。

【0006】

10

20

30

40

50

一方、ゴルフシャフトの強度の問題から、該ゴルフシャフトの先端部の曲げ剛性を上げることは、既に公知である。即ち、ボールをヘッドのオフセンターで打撃した場合に、ゴルフシャフトの先端を挿入・固着したそのヘッドのホーゼル部端部付近のゴルフシャフトが応力集中等で折損することがあり、その問題を防止する為にゴルフシャフトの先端部はよく補強される。そうすることで、必然的にゴルフシャフトの先端部の曲げ剛性も全体的に上がる。

【0007】

前記したゴルフシャフトの先端部の曲げ剛性の配分を考慮したものとしては、特開平11-206932号公報が開示されている。この発明は、従来の女性用ゴルフクラブのシャフトに対して、シャフト先端部分が一定の低い剛性に抑えられていたため、ボールを打撃した際に剛性の低いシャフトの先端部でのブレが大きく、ボールをヘッドの芯で捕らえなかつた場合には、打球が安定しないという問題点を、『シャフト先端よりシャフト全長の20%未満の範囲のシャフトを先端部分とし、シャフト先端よりシャフト全長の25~30%乃至20~35%の範囲のシャフトを前方部分とし、該前方部分のシャフト末端側部からシャフト末端までの範囲のシャフトを後方部分とし、前記先端部分の曲げ剛性を前記前方部分の曲げ剛性より5~15%増加して前記前方部分の曲げ剛性がシャフトの長手方向で最小に設定される』ゴルフシャフトにすることで、問題を解決するというものである。

【0008】

ゴルファーがゴルフクラブをスイングする際のゴルフシャフトには、ゴルフシャフト全長にわたり、曲げモーメントがかかり、それにより、複雑になる。図2は、ゴルフクラブのシャフトに略等間隔に4箇所、ヘッドのフェース面に垂直な方向に歪みゲージを貼付し、ある上級ゴルファーにスイングしてもらった時の、ゴルフシャフトにかかる曲げモーメントの時間推移である。歪みゲージを貼付した位置は、ヘッドより、83mm, 328mm, 578mm, 828mmの位置である。

【0009】

図2において、0.00sが「インパクト」に相当し、約-0.20sにピークが見られるが、これが「トップ・オブ・スイング」に相当する。また、約-0.15s~-0.10s間にもピークが見られ、これがダウンスイング中の「コック開放」時に相当する。一方、「インパクト」手前に負側のピークが見られるが、これらが、「トウダウン」という現象を引き起こしている曲げモーメントである。

これらの波形は、ゴルファーにより大小や時間のずれは大きく存在するが、必ず見られる値であることは、数々の実験データにより証明されており、ここには代表的な一例を示した。

【0010】

図3は、図2に示した、時刻-0.35s, -0.30s, -0.25s, -0.20s, -0.15sの曲げモーメントの分布を、横軸にゴルフシャフト長手方向の位置、縦軸に曲げモーメントとして示した。

また、原点を通る数本の補助線群Aも示す。この補助線群Aは、グリップ部を固定してヘッドに1.6kg~1.8kgの負荷（概ね、一般的なゴルファーがスイングした時の、「トップ・オブ・スイング」や「コック開放」時に、ヘッドにかかる慣性力）をかけた際のゴルフシャフト全体の曲げモーメント分布図を表しており、この補助線群Aとゴルファーがスイングした時の測定値とを対比すると、「トップ・オブ・スイング」から「コック開放」時にかけては、略補助線群A通りの曲げモーメントがはたらくことが分かる。

【0011】

本発明者らは、これらのことから、ゴルフシャフトの曲げ剛性分布EI(x)を前記曲げモーメント分布に近似させた曲げ剛性分布EI(x)を有するゴルフシャフトを発明した（特願2000-366594）。具体的には、ゴルフシャフトをその先端からの距離に正比例の関係になる曲げ剛性分布にすることにより、ダウンスイング中のゴルフシャフトのしなり形状を近似円弧状にすることができ、前記円弧状のしなりは、部分的にしなり具

10

20

30

40

50

合が変化する「調子」が無い。よって、くせの無く、しなやかなゴルフシャフトの感触を得ることができるというものである。

【0012】

【特許文献1】

特開平11-76479号公報

【0013】

【特許文献2】

特開平11-206932号公報

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

図4に、図2の「インパクト」手前(-0.047s ~ 0.00s)における、トウダウン現象の部分(図中のマイナス側)の曲げモーメント分布の時間推移を横軸にゴルフシャフトの長さ方向位置を表して示した。

また、原点を通る数本の補助線群Aとゴルフシャフトの略中央を通る補助線群Bのグラフを示す。

この図から、トウダウンの支配的な曲げモーメントはゴルフシャフトの先端側を中心とする曲げモーメントとグリップ側を中心とする曲げモーメントの複合の負荷がかかっている事がわかる。(図中:印)後者のグリップ側の曲げモーメント分布は、この補助線群Aとゴルファーがスイングした時の測定値とを対比すると、略補助線群A通りの曲げモーメントがはたらくことが分かる。また、後者のグリップ側の曲げモーメントによるゴルフシャフトのたわみを効果的に抑制できるゴルフシャフトの曲げ剛性分布は、曲げモーメント分布に相似となるゴルフシャフトが「インパクト」手前においても、部分的にしなり具合が変化する「調子」が無く、しなやかなゴルフシャフトの感触を得ることができる。具体的には、先にも述べたように、本発明者らが提案している、ゴルフシャフトの先端からの距離に正比例の関係となる曲げ剛性分布にすることが、効果的である。

一方、ゴルフクラブの略中央を通る補助線群Bとゴルファーがスイングした時の測定値で前者のゴルフシャフトの先端側を中心とする曲げモーメントとを対比すると、略補助線群B通りの曲げモーメント分布を観察することができるが、前者のヘッド側の曲げモーメントによるゴルフシャフトのたわみを効果的に抑制する方法は、未だ解明されていない。

【0015】

即ち、ゴルフシャフトの先端部において、部分的に硬い部分と軟かい部分が存在するため、トウダウンによるたわみ量が大きかったり、ヘッドスピードが遅くなったりするというデメリットが生じ、ゴルファーのスイング毎のばらつきによるしなり方のずれにより打点がばらつき、弾道に影響を与えることになる。

従って、トウダウンによるたわみ量を効率良く小さくし、且つ、ヘッドの走りを抑制せず、且つ、万人に好まれるゴルフシャフトは、実現されていなかった。

【0016】

また、特開平11-206932においては、その実施例において、ゴルフシャフトの先端部分の曲げ剛性 $1.85 \times 10 \text{ N} \cdot \text{m}^2$ に対して、ゴルフシャフトの前方部分の曲げ剛性 $1.72 \times 10 \text{ N} \cdot \text{m}^2$ であり、約1.076倍となっているが、多少のトウダウンの抑制には貢献しているものの、効果は小さいという問題点がある。

【0017】

そこで、ゴルフシャフトのやわらかさ、特にゴルフシャフトの先端部の軟らかさを損なうことなく、インパクト手前のトウダウン量を減らすことで、打点のばらつきを小さくし、且つ、万人に好まれるゴルフシャフトの曲げ剛性分布E I(×)を有するゴルフシャフトを提案する。

【0018】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、本発明の請求項1に記載の発明は、ヘッドが装着される側の端である先端とグリップが装着される側の端であるグリップ端とを備えた纖維強化樹脂

10

20

30

40

50

製のゴルフシャフトにおいて、前記先端からグリップ端に向かってゴルフシャフト全長の 15 % ~ 40 % の範囲に、そのゴルフシャフトの曲げ剛性の最小値が存在し、且つ、前記先端からグリップ端に向かってゴルフシャフト全長の 10 % の範囲の任意の点における曲げ剛性の値が、前記最小値の 1.2 倍以上 2.5 倍以下の値に設定するとともに、前記最小値が存在する位置を a とした時、前記位置 a からグリップ端に向かって、シャフト全長の 60 % の位置までの曲げ剛性分布が、原点を通る 1 次式で近似した場合、その 1 次式の傾き ($N \cdot m^2 / mm$) が、 ± 0.003 の範囲内にある、概ね正比例としたことを特徴とするゴルフシャフトである。

【0019】

請求項 2 の発明は、ヘッドが装着される側の端である先端とグリップが装着される側の端であるグリップ端とを備えた纖維強化樹脂製のゴルフシャフトにおいて、先端よりグリップ端に向かって該ゴルフシャフト全長の 15 % ~ 40 % の範囲に、そのゴルフシャフトの曲げ剛性の最小値が存在し、且つ、前記最小値が存在する位置から前記先端に向かうに従い、曲げ剛性が漸増し、前記先端からゴルフシャフト全長の 10 % の範囲の曲げ剛性の最大値が、前記最小値の 1.2 倍以上 2.5 倍以下の値に設定するとともに、前記最小値が存在する位置を a とした時、前記位置 a からグリップ端に向かって、シャフト全長の 60 % の位置までの曲げ剛性分布が、原点を通る 1 次式で近似した場合、その 1 次式の傾き ($N \cdot m^2 / mm$) が、 ± 0.003 の範囲内にある、概ね正比例としたことを特徴とするゴルフシャフトである。

【0020】

請求項 3 の発明は、請求項 1 又は 2 記載のゴルフシャフトにおいて、前記位置 a から、前記グリップ端より前記先端側に 200 mm の位置までの曲げ剛性分布が、原点を通る 1 次式で近似した場合、その 1 次式の傾き ($N \cdot m^2 / mm$) が、 ± 0.003 の範囲内にある、概ね正比例であるゴルフシャフトである。

【0025】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図面を基に説明する。

図 1 は、本発明の実施例であるゴルフシャフト 2 の曲げ剛性分布 E I (x) を示すグラフで、後述する図 5 に示すようにこのゴルフシャフトの先端 2 a にはヘッド 3 が装着され、グリップ端 2 b 側にはグリップ 4 が装着されてゴルフクラブ 1 とされるものである。この図 1 においては、先端 2 a ; x = 0 を基点とする補助線群 A 及びクラブ長さの略中央部を基点とする補助線群 B も各々 3 本ずつ表示している。

補助線群 B の基点となるクラブ長さの略中央部は、図 4 における 83 mm、328 mm のトウダウン方向の曲げモーメントの分布の 1 次式の x 軸 ($y = 0$) との交点である。この交点は、ゴルファーのスイングにより多少異なるが、概ね、ゴルフシャフトの略中央部に存在することが、複数のデータより既知である。従って、補助線群 B はゴルフシャフトの略中央部を基点とした傾き、切片の異なる 1 次式で表した。

【0026】

図 1 に示す実施例のゴルフシャフト 2 は全長が 1143 mm である。そして前記先端 2 a からグリップ端 2 b 側へ向かって、該ゴルフシャフト全長の 15 % ~ 40 % の範囲である 170 mm の位置から 450 mm の位置までの間に、そのゴルフシャフト 2 の曲げ剛性の最小値 $2.0 \times 10 N \cdot m^2$ が存在する。

同時に、前記先端 2 a から該ゴルフシャフト全長の 10 % の範囲には、曲げ剛性の値が、前記最小値の 1.2 倍以上 2.5 倍以下の値 $2.4 \times 10 N \cdot m^2 \sim 5.0 \times 10 N \cdot m^2$ に設定された任意の点が存在している。このような構成とすることにより、先端 2 a から前記最小値を含む部分である先端部での「コック開放」から「インパクト」の間に発生するトウダウンによるたわみ量を抑制することが出来る。

【0027】

図 4 に示された、トウダウン現象の部分（図中のマイナス側）の曲げモーメント分布のグラフには補助線群 A と、群 B が示されている。

10

20

30

40

50

トウダウンの支配的な曲げモーメントはゴルフシャフトの先端 2 a 側を中心とする曲げモーメントとグリップ 4 側を中心とする曲げモーメントの複合の負荷がかかっており、グリップ側を中心とする曲げモーメントは補助線群 A で表されることは前にも述べた。この図では、「コック開放」から「インパクト」直前までのヘッドの慣性力による曲げモーメントを表している。

【0028】

ゴルフシャフトの先端 2 a 側を中心とする曲げモーメントは、図 5 に示すゴルフクラブ 1 をスイングした時にヘッド 3 にかかる遠心力によるものが支配的である。

具体的に説明すると、図 6 に示すように、どんなゴルファーでも、「インパクト」手前に 10 おいて、グリップ 4 部分とヘッド重心 G は、多少のずれはあるものの、概ねスイングプレーン P 上に存在している。そして、「インパクト」時においては、ヘッドスピードがスイング中で最大となり、ヘッド 3 には遠心力 F が作用する。（図 6 の矢印のベクトル方向）その時のゴルフシャフト 2 のトウダウン方向の撓み具合を考えてみると、グリップ 4 側からゴルフシャフト 2 の中央 C にかけては、多少のしなりはあるが、概ねスイングプレーン P 上に存在しているため、遠心力による曲げモーメントは殆どゼロに近い。しかしながら、概ねゴルフシャフトの中央 C から先端 2 a 側にかけては、ゴルフシャフト 2 のたわみで徐々にスイングプレーン P からのずれ y も大きくなる。これは、ヘッド重心 G がゴルフシャフト 2 の中心軸 P 1 からオフセットしているのと、遠心力 F が作用するためである。それゆえに、ゴルフシャフト 2 にかかるゴルフシャフト 2 の前記中央部 C から先端 2 a にかけての曲げモーメント分布は、「 $F \times y$ 」（座屈時の曲げモーメント = 遠心力 $F \times$ スイングプレーンからのゴルフシャフトの各位置のずれ (= ゴルフシャフトの撓み) y ）で表され、概ねゴルフシャフトの中央 C から先端 2 a 側にかけて、曲げモーメントが概ね線形的に大きくなる。前述した補助線群 B は、インパクト手前のヘッドにかかる遠心力 F による、ゴルフシャフト 2 の前記中央部 C から先端 2 a にかけての曲げモーメント分布；「 $F \times y$ 」に概ね相当する曲げモーメント分布図を表している。

【0029】

ここで、遠心力 F について、説明する。

ヘッド質量を m (= 約 0.2 kg), 回転半径、即ち、クラブ長さを L (= 約 1.0 m) として、ヘッドスピード V のとき、ヘッドにかかる遠心力 F は、以下のようになる。

$V = 30 \text{ m/s}$ のときは、次式のとおりである。

【0030】

【数 1】

$$F_{30} = m \times V^2 / L = 0.2 \text{ kg} \times (30 \text{ m/s})^2 / 1.0 \text{ m} = 180 \text{ N} (= 18.4 \text{ kg f})$$

$V = 40 \text{ m/s}$ のときは、次式のとおりである。

【0031】

【数 2】

$$F_{40} = 0.2 \text{ kg} \times (40 \text{ m/s})^2 / 1.0 \text{ m} = 320 \text{ N} (= 32.7 \text{ kg f})$$

$V = 50 \text{ m/s}$ のときは、次式のとおりである。

【0032】

【数 3】

$$F_{50} = 0.2 \text{ kg} \times (50 \text{ m/s})^2 / 1.0 \text{ m} = 500 \text{ N} (= 51.0 \text{ kg f})$$

【0033】

一般的に、ゴルフシャフトの中心軸からヘッドの重心位置までの距離（オフセット）は、30 ~ 50 mm である。ここで、スイングプレーン P 上にヘッド重心 G の位置が仮に存在すると仮定すると、ゴルフシャフトの先端の撓みは、30 ~ 50 mm である。仮に、そのたわみが 30 mm とすると、ヘッドスピード V が 30 m/s のとき、ゴルフシャフトの先端部にかかる曲げモーメント M は、 $18.4 \text{ kg f} \times 30 \text{ mm} = 552 \text{ kg f} \cdot \text{mm}$ ($5.4 \text{ N} \cdot \text{m}$) である。

また、ヘッドスピード V が 40 m/s のとき、ゴルフシャフトの先端部にかかる曲げモー

10

20

30

40

50

メントMは、 $32.7 \text{ kgf} \times 30 \text{ mm} = 981 \text{ kgf} \cdot \text{mm}$ ($9.6 \text{ N} \cdot \text{m}$) である。更に、ヘッドスピードVが 50 m/s のとき、ゴルフシャフトの先端部にかかる曲げモーメントMは、 $51.0 \text{ kgf} \times 30 \text{ mm} = 1530 \text{ kgf} \cdot \text{mm}$ ($14.9 \text{ N} \cdot \text{m}$) である。

(因みに、図4に示すデータは、被験者のヘッドスピードが 45 m/s のゴルファーであり、オーダー的にほぼ合っていると思われる。)

【0034】

前述したように、ゴルフシャフトの曲げ剛性分布EI(x)を前記曲げモーメント分布に近似させたゴルフシャフトの曲げ剛性分布EI(x)とすることが、トウダウンを抑制すると共に、「トップ・オブ・スイング」や「コック開放」時においても、更に、「インパクト」手前においても、概ね部分的にしなり具合が変化する「調子」が無いゴルフシャフトとすることができる、くせの無く、しなやかなゴルフシャフトの感触を得ることができる。

10

【0035】

従って、先端部の曲げ剛性の分布は、前記最小値の部分から先端 $2a$ に行くに従い、曲げ剛性の値が前記最小値の 1.2 倍以上 2.5 倍以下の範囲内で漸増していることにより、「インパクト」手前に、ゴルフシャフトの先端 $2a$ 側に負荷される曲げモーメントによって生じるトウダウンによるたわみ量を効果的に抑制できる。

【0036】

ゴルフシャフト全長の $15\% \sim 40\%$ の範囲に、該ゴルフシャフトの曲げ剛性の最小値が存在すべき理由に関しては、図4の各補助線群A、Bの交点の範囲が $300 \text{ mm} \sim 400 \text{ mm}$ 強の範囲に存在するが、ヘッドスピードの様々なゴルファーへの対応とスイングの個人差を考慮すると、ゴルフシャフトの先端部側の曲げモーメントは、 $300 \text{ kgf} \cdot \text{mm}$ ($2.9 \text{ N} \cdot \text{m}$) 弱のゴルファーも存在する。その際の補助線を引くと、その交点は、 200 mm 前後にも存在することになる。(クラブ長さ = $45''$ のとき。) 以上を考慮すると、 200 mm 弱から 400 mm 強の範囲に該ゴルフシャフトの曲げ剛性の最小値が存在すべきであり、クラブ長さの比率で表すと、 $15\% \sim 40\%$ の範囲となる。

20

【0037】

その位置がゴルフシャフト全長の 15% より小さいと、曲げ剛性の最小値がゴルフシャフトの先端部側に存在するため、逆にトウダウンによるたわみ量が大きくなり、打点位置や弾道に影響を与える。逆に、その位置がゴルフシャフト全長の 40% より大きいと、ゴルフシャフトの先端部側の曲げ剛性が大きくなりすぎるなど、ゴルフシャフトとしての全体的な硬さのバランスが悪くなる。

30

【0038】

ダウンスイングの過程、即ち、「トップ・オブ・スイング」や「コック開放」、更に、「インパクト」手前のスイング中のゴルフシャフトにかかる曲げモーメントの分布は前記したように図4に示すグラフの通りであることが分かっており、このことから、前記曲げモーメントの分布とゴルフシャフトの曲げ剛性の分布に関しては以下の関係が成り立つ。まず、真直はりのたわみの関係より、数式4が成り立つ。

【0039】

40

【数4】

$$d^2 y / d x^2 = M(x) / EI(x)$$

y:たわみ, x:位置, M(x):曲げモーメント, EI(x):曲げ剛性

【0040】

一方、たわみが微小である時、そのたわみ曲線の曲率 $1/r(x)$ は、以下の数式5のようにあらわされる。

【0041】

【数5】

$$1/r(x) = |d^2 y / d x^2| / \{1 + (dy / dx)^2\}^{3/2} \quad |d^2 y / d x^2|$$

50

たわみが微小であり、 $(dy/dx)^2 \approx 0$ である為。

【0042】

故に、上記の真直はりのたわみの関係式とたわみ曲線の曲率 $1/r(x)$ の二つの式より

、
【0043】

【数6】

$1/r(x) = M(x) / EI(x)$ となる。

【0044】

得られた前記の式により、スイング中の曲げモーメント分布 $M(x)$ とシャフトの曲げ剛性分布 $EI(x)$ の比が、そのゴルフシャフトのたわみ形状の程度；曲率 = $1/r(x)$ を示す。

10

即ち、ここで、スイング中のある時刻 t における曲げモーメント分布 $M(x)$ に、シャフト曲げ剛性分布 $EI(x)$ が相似形であれば、そのゴルフシャフトの撓みの程度；曲率 = $1/r(x)$ は一様である。

【0045】

本発明においては、各々の曲げモーメント分布の時刻 t は、「トップ・オブ・スイング」や「コック開放」時であり、又、「インパクト」手前である。

【0046】

本発明の要件を満たすゴルフシャフトを実現するに当たり、図1の補助線に沿った曲げ剛性分布となるゴルフシャフトが、前記の $1/r(x) = M(x) / EI(x)$ の式からも分かるように、最も効果的にトウダウンによるたわみ量を抑制でき、概ね部分的にしなり具合が変化する「調子」が無いゴルフシャフトとなる。

20

【0047】

さらに、ゴルフシャフト全長としてみた時に、前記した先端部の曲げ剛性特性に加えて、ゴルフシャフトの曲げ剛性分布において、前記最小値が存在する位置を a としたとき、その位置 a からグリップ端 $2b$ に向かって、ゴルフシャフト全長の 60 % の位置までの曲げ剛性分布が、概ね正比例であることが、そのゴルフシャフトのトウダウンによるたわみ量を効果的に抑制でき、部分的にしなり具合が変化する「調子」が無く、故に、くせの無く、しなやかなゴルフシャフトの感触を得ることができる。

より好ましくは、ゴルフシャフト全長としてみた時に、前記した先端部の曲げ剛性特性に加えて、ゴルフシャフトの曲げ剛性分布において、前記最小値が存在する位置を a したとき、その位置 a から、グリップ端 $2b$ より先端 $2a$ に向かって 200 mm の位置までの曲げ剛性分布が、概ね正比例であるゴルフシャフトであることが、そのゴルフシャフトのトウダウンによるたわみ量を効果的に抑制でき、部分的にしなり具合が変化する「調子」が無く、故に、くせの無く、しなやかなゴルフシャフトの感触を得ることができる。

30

【0048】

また、概ね正比例であることは、先端 $2a$ からの位置 a (mm) よりグリップ端 $2b$ にかけての曲げ剛性分布 $EI(N \cdot m^2)$ を、原点を通る1次式で近似した場合、その1次式の傾き ($N m^2 / mm$) が ± 0.003 の範囲内にあることを意味し、このような範囲内にあれば、本発明の効果を達成できるからである。 ± 0.003 の範囲外になると、部分的にしなり具合が変化する「調子」が存在し、故に、くせを有し、しなやかなゴルフシャフトの感触を得ることができない。

40

【0049】

本発明の要件を満たすゴルフシャフトを実現するには、強化繊維に合成樹脂を含浸させてなる繊維強化樹脂プリプレグをその巻回する回数、繊維の特性およびその配設角度、厚さ、合成樹脂含浸量などを調整することにより成形できる。また、フィラメントワインディング製法やブレーディング製法によっても実現可能である。

【0050】

本実施例のゴルフシャフトを成形するにあたっては、成形用のマンドレルの形状を工夫することにより、より容易に形成できる。以下にその一例を示す。

50

例えば、ウッドシャフトの場合では、図7に示すマンドレル5においてゴルフシャフト2の先端2aから全長の15%~40%に相当する範囲5aの長さで、好ましく図1における補助線群Aと群Bの交点付近のテーパーを10/1000~20/1000に設定した。

この位置が、ゴルフシャフト2の全長に対して、15%より小さい時、その位置での曲げ剛性が小さくなりすぎて、ゴルフシャフトがしなりすぎたり、ゴルフシャフトの強度が不足したりする等の問題点を生じる。又、40%より大きい時、先端2a側が硬くなりすぎ、弾道等に影響する。

【0051】

前記テーパーは、10/1000より小さいと、中央部5bのテーパーと変わらず、本発明のゴルフシャフトの曲げ剛性の実現はなく、20/1000より大きいと、テーパーがきつすぎて、炭素繊維強化樹脂のプリプレグがうまくマンドレルに配置できなかったり、曲げ剛性値が最低値の2.5倍より大きくなったりするため、不適切である。

又、図8に示すように、その部分が20/1000程度のテーパーと10/1000程度のテーパーの2段テーパーであっても良い。

【0052】

また、グリップ4に相当する長さ200~260mmの部分5cテーパーを、0/1000~5/1000程度の範囲設定し、握りやすさやゴルファーの好みに応じて選定した。

【0053】

残りの部分である中央部に相当する範囲のテーパーを7/1000~9/1000に設定した。そのテーパーが7/1000より小さかったり、9/1000より大きかったりすると、本発明のゴルフシャフトの曲げ剛性分布において、概ね正比例にはならず、曲げ剛性のバランスが全体的に悪くなり、スイングに影響し、良くない。前記テーパーを有する部分は、ゴルフシャフト全長の約60%程度かそれ以上で、ゴルフシャフト先端部を除く全ての長さに相当する部分でもよい。

【0054】

このように、マンドレルの先端側のテーパーを10/1000~20/1000に設定したこと、すなわち中央部5bに対し先端5a側に急勾配なテーパー部を設けることで、炭素繊維強化樹脂製ゴルフシャフトの場合、材料を多く使用できることにより、ゴルフシャフトの先端側に行くに従い漸次且つ極端な肉厚の増加が可能となり、ゴルフシャフトの先端よりシャフト全長の15~40%の範囲に、そのゴルフシャフトの曲げ剛性の最小値が存在し、且つ、ゴルフシャフトの先端よりゴルフシャフト全長の10%の範囲の任意の点の曲げ剛性の値が、その最小値の1.2倍以上2.5倍以下の値に設定したことを特徴とするゴルフシャフトにすることができる。

【0055】

図9に、図7に示すマンドレルに、炭素繊維強化樹脂製のプリプレグシートを積層して形成するシートワインディング製法により形成されたゴルフシャフトの積層パターンの一例を説明した図を示す。

先端側補強に使用する材料としては、引張り弾性率が230~500GPaのPAN系炭素繊維からなるプリプレグを用いる。但し、外層側に積層する補強については、引張り弾性率230GPa~300GPaのPAN系炭素繊維からなるプリプレグを用いる事が好ましい。

230GPa以下であると、図1に示すシャフト曲げ剛性分布E1(x)の先端部の曲線が実現できない。又、最内層の部材に対し、500GPaより大きいと、曲げ剛性値が最低値の2.5倍より大きくなったり、逆に強度不足となったりするため、不適切である。更に、外層側に積層する部材を300GPaより大きくすると、強度不足になる。また、曲げ剛性値が最小となる位置付近においては、応力集中が発生し易く、特に軽量すなわち薄肉シャフトにおいては折損に至る可能性も高くなる為、その様なゴルフシャフトに適応する場合にはフープ層を積層させる事が好ましい。

【0056】

10

20

30

40

50

本実施例は、最内層補強 a 及び補強 b、補強 c に、東レ(株)製 2253F-11(厚み 0.0952mm、樹脂含浸量 30wt%)を使用した。また、バイアスプリプレグ d には、東レ(株)製 6255S-11(厚み 0.0804mm、樹脂含浸量 24wt%)を使用し、フーププリプレグ e には、東レ(株)製 3051S-5(厚み 0.0573mm、樹脂含浸量 37wt%)、ストレートプリプレグ f 及び g には東レ(株)製 2253F-13(厚み 0.1157mm、樹脂含浸量 30wt%)を使用した。

最内層の補強部材 a の長さは、ゴルフシャフトの先端部に相当するマンドレルの比較的きついテーパー部の長さに相当する長さに設定した。

【0057】

以上のようにマンドレルを設計し、炭素繊維強化樹脂製プリプレグを積層すると、ゴルフシャフトの先端よりゴルフシャフト全長の 15% ~ 40% の範囲に、そのゴルフシャフトの曲げ剛性の最小値が存在し、且つ、シャフト先端よりシャフト全長の 10% の範囲の任意の点の曲げ剛性の値が、その最小値の 1.2 倍以上 2.5 倍以下の値に設定したゴルフシャフトを形成することができた。

前記 2.5 倍より大きな値に設定したシャフトにおいては、通常のスイング時の曲げモーメントと異なった曲げモーメントがかかる場合、例えば、ダフリによる曲げモーメントがかかる場合には折損の可能性があるため、不適切である。

前記 1.2 倍より小さい値に設定したシャフトにおいては、トウダウン量を増す方向になり、特にヘッドの大型化に伴うオフセット量が増加に対し、この傾向が顕著になる。その結果、打点のばらつきを生むことになる。

フィラメントワインディング製法によるシャフトや、トウプリプレグによる組み物製法によるシャフトにおいても、このような構成のマンドレルを用いて、その繊維の配設角度や厚みを調整することで、本発明の曲げ剛性分布を有するシャフトを形成することができる。

【0058】

【発明の効果】

効果確認の為、試打を実施。同一のヘッドで、本発明シャフトを装着したクラブと、従来シャフトを装着したクラブの比較による試打評価を実施した。

以下、本発明シャフト付きクラブの評価を以下に示す。

- ・プロ K : フレックス S R のシャフトに対して、シャフトのしなりを感じて、良い。フレックス R のシャフトに対して、非常に軟らかく感じるが、振るとそうでもない。捕まる弾道である。非常に楽である。誰でも打てるクラブ。
- ・プロ T : 打球が捕まる、粘る感じがする。シャフトのしなり方が良い。
- ・プロ H : フックにしにくく、コントロール性が良い。
- ・アマ YM : シャフトがしなり、球筋も良く、振りやすい。球がなかなか落ちない感じで飛ぶ。
- ・アマ YB : 打球が捕まり、良い。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のゴルフシャフトの曲げ剛性値を説明するグラフ。

【図 2】スイング時にゴルフシャフトに負荷される曲げモーメントを時間毎に示したグラフ。

【図 3】スイング時にゴルフシャフトに負荷される曲げモーメントをゴルフシャフト長さの位置に応じて示したグラフ。

【図 4】トウダウン現象の部分の曲げモーメント分布を示すグラフ。

【図 5】本発明のゴルフシャフトを装着したゴルフクラブの説明図。

【図 6】トウダウン現象を説明する図。

【図 7】マンドレルを説明する図。

【図 8】マンドレルを説明する図。

【図 9】実施例のゴルフシャフトのシートワインディング成形を説明する図。

【符号の説明】

10

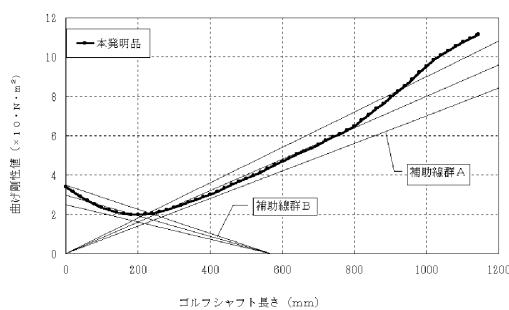
20

40

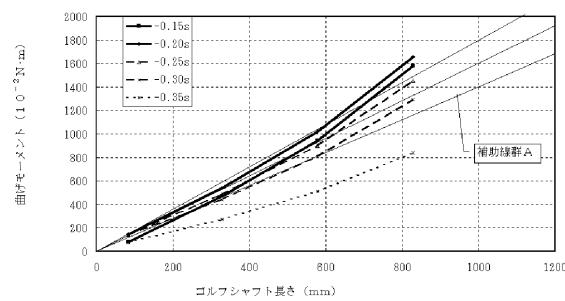
50

- 1 ゴルフクラブ
 2 ゴルフシャフト
 2 a 先端
 2 b グリップ端
 3 ヘッド
 4 グリップ
 5 マンドレル
 5 a 先端側
 5 b 中央部
 5 c グリップ
 a プリプレグ
 b プリプレグ
 c プリプレグ
 d プリプレグ
 e プリプレグ
 f プリプレグ
 g プリプレグ
 G ヘッド重心
 P スイングプレーン
 P 1 中心軸
 y ずれ
- 10
20

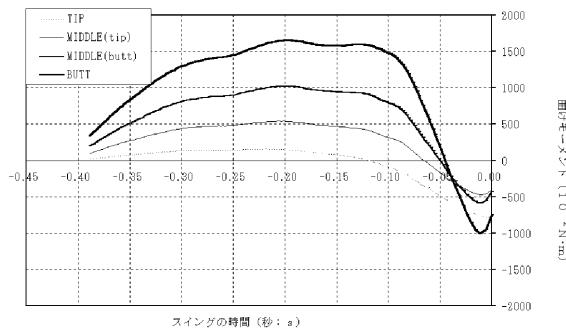
【図1】



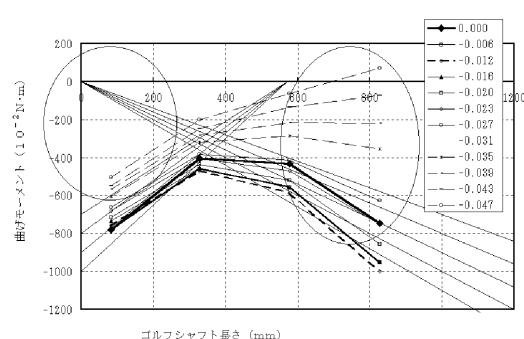
【図3】



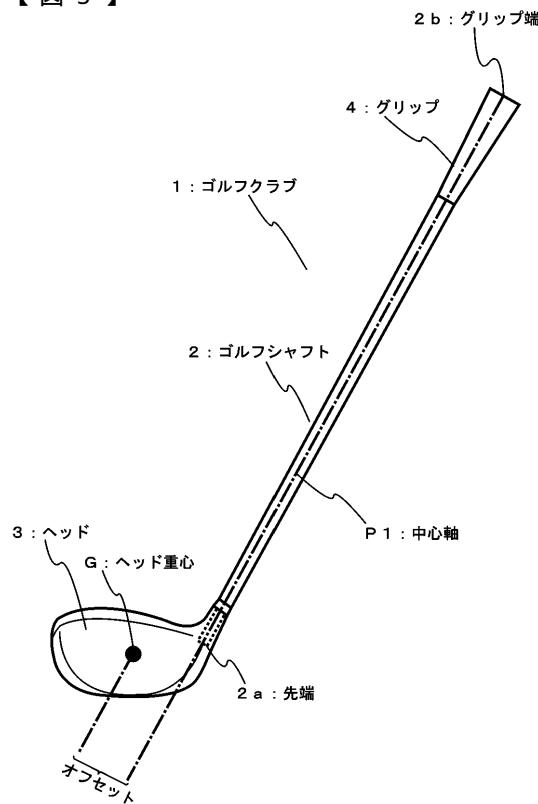
【図2】



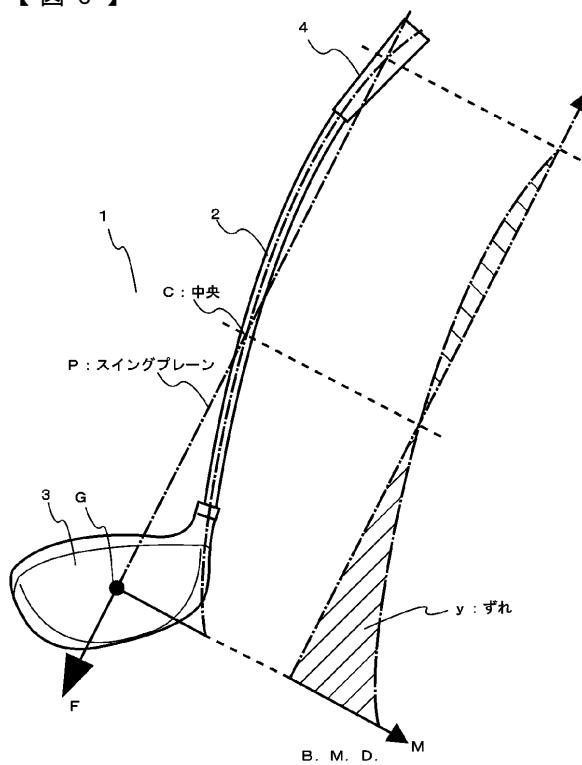
【図4】



【図5】



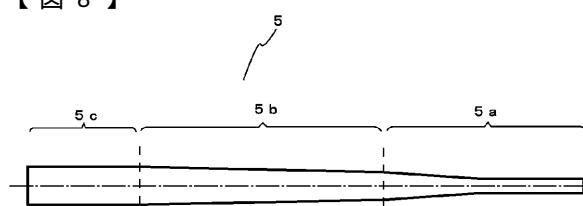
【図6】



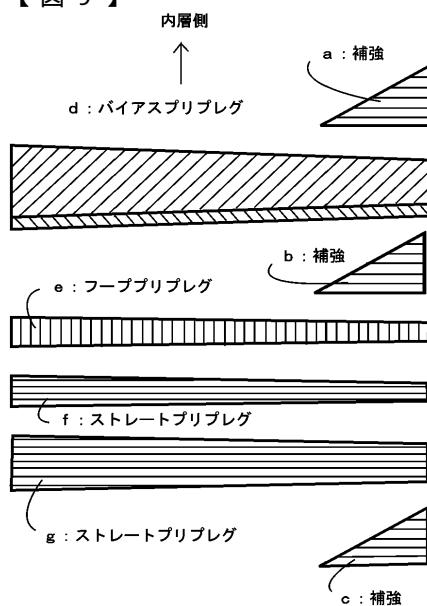
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

審査官 酒井 保

(56)参考文献 実開平05-076469 (JP, U)

特開平11-099229 (JP, A)

特開2001-224719 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A63B 53/10