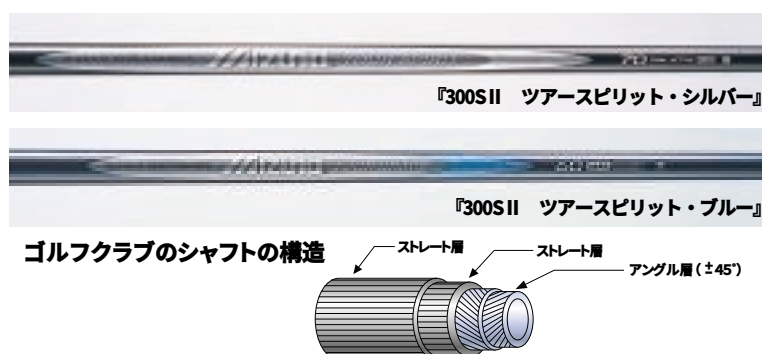


ピッチ系炭素繊維で世界を変える ——日本グラファイトファイバー(株)



日本グラファイトファイバー(株)(以下NGF)は、1995年、ピッチ系炭素繊維の開発において、当時土木・建築分野を中心に展開する新日鉄と、宇宙・スポーツ・レジャー分野を得意とする日本石油(現・新日本石油)の強みを結合すべく設立された。ここでは同社材料がユーザーから高く評価され、市場での確固たるポジションを獲得しているゴルフクラブ・釣り竿の商品開発の事例を通して、ピッチ系炭素繊維の優れた特性と可能性を紹介する。

ゴルフ界にインパクトを与えた NGF「アモルファスカーボンファイバー」



けでなく、回転方向の「ねじれ」などの力がかかる。また、初心者とプロでは部位ごとに求められる特性が異なる。ゴルフクラブメーカーは、さまざまな弾性率、強度などを持つ繊維を適切に組み合わせ、従来よりも軽くて打ちやすくしかも飛距離が伸びるクラブを開発している。ゴルフクラブメーカーのこうした高度な設計ニーズにきめ細かく応えているのがNGF製のピッチ系炭素繊維で、シャフトの先端部や手元部などの重要部分に使われている。

ヒット商品の7割に採用

1980年代、鉄鋼、石油精製、化学など20社以上がピッチ系炭素繊維(注釈)の開発に取り組んだ。しかし製品化が難しく事業化を断念する企業が続出し、現在では、高性能ピッチ系炭素繊維を製造するメーカーは世界で3社、日本では日本グラファイトファイバー(株)(以下NGF)他1社しかない。

NGFのターゲットは、特にPAN系では不可能とされる低弾性率および高弾性率を持つ炭素繊維だ。ゴルフクラブ、テニスラケット、釣り竿などのスポーツ用品では使用部位に合わせた弾性値を持つ材料を供給し普及している。中でもゴルフクラブでは国内各メーカーを代表する売れ筋商品の約7割(全体の6割)に使われている。繊維の種類や方向に変化をつけ、軽くて振動吸収性が良く、しなるが折れない高性能シャフトが可能となり好評だ。

ゴルフクラブのシャフトは、数枚の炭素繊維シートを積層してつくられる(上図)。シャフトには縦方向の「しなり」だ

ミズノの主力商品を支える 「アモルファスカーボンファイバー」

いまやスタンダード商品となった“チタンドライバー”を世界で初めて開発するなど、常にゴルフクラブの商品開発をリードしてきたミズノ(株)。ナショナル・ブランドとして絶大な信頼を獲得している同社の主力商品「300SII」のシャフトにも、NGFのピッチ系炭素繊維が採用され、高い評価を得ている。カーボンシャフトは、1990年代に入り、トッププロがメタルヘッドを使い始めた頃から、設計品質の向上にあわせて急速に普及してきた。同社では、NGFのピッチ系炭素繊維を「アモルファスカーボンファイバー」と名付けて各種モデルに使用している。

同社では、プロ・アマの膨大なスイングデータを基に、シャフトの先端部、中央部、グリップ部がどう「しなるか」を

注釈／ピッチ系炭素繊維とPAN(ポリアクリロニトリル)系炭素繊維

炭素繊維には、化繊を原料とするPAN(ポリアクリロニトリル)系と石炭ピッチを原料とするピッチ系があり、物性が異なる。近年、市場ではピッチ系が注目されており、新日鉄グループでは、コークス製造時に副生するコールタールを原料としたピッチ系炭素繊維を日本グラファイトファイバー(株)で製造している。ピッチ系炭素繊維は、比重が鉄の約4分の1、引張強度は鉄の約10倍、幅広い弾性率、熱膨張係数ゼロというユニークな特性を持っている。

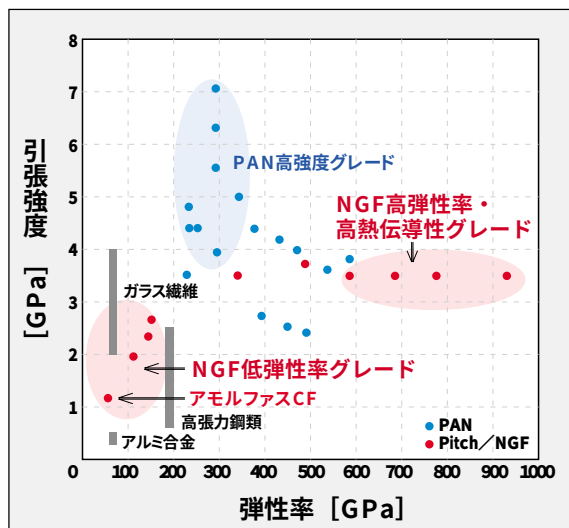
分析・体系化し設計している。シャフトは先端からグリップ側まで「しなり」の流れがあり、その流れをいかにつくるかが、飛距離とタイミングの取りやすさを両立させる秘訣だ。同社は緻密な設計手法により、「300SII」について、癖のない均一な「しなり」によって飛距離を伸ばすタイプ（「ツアースピリット・シルバー」）と、タイミングを取りやすくするためにグリップ側だけを硬くしたタイプ（「ツアースピリット・ブルー」）の2タイプを揃え、ゴルファーのニーズに応えている。

プレイヤーに応じて幅広い商品設計

こうした同社の高度な設計を支えているのが、NGFの炭素繊維だ。同社でシャフト開発に取り組む商品開発部の斉藤毅氏は、シャフトとNGF材料との関わりを次のように述べる。

「シャフト設計で最も重要なのは、曲げ剛性（しなり）の分布です。従来のPAN系材料で設計していたときは、初心者向けに軽くするとしなりやすくなり、中堅プレイヤー向けに少し重くすると硬くなってしなりが少なくなるものでした。1990年頃は、応力が集中する部分に強度の高いPAN系の炭素繊維を使っていたのですが、全体的な評価として“硬い”と言われていました。そこで、“強度（耐衝撃性）がありながらしなや

各種炭素繊維の弾性率と強度の関係



かにしなる”柔らかい材料を求めているときに、NGFの低弾性ピッチ系炭素繊維と出会ったわけです。ピッチ系は、個々のプレイヤーに適した重さで最適な“しなり”を実現できるので、アマチュア向けにもプロ向けにも、幅広い商品設計が可能になります」

NGFの材料がシャフトに初めて採用されたゴルフクラブは、新材料のインパクトに加え、“鬼のしなり”というキャッチフレーズでヒット商品となり、その後のカーボンシャフト開発の大きな流れをつくった。

微妙なフィーリングを演出する材料開発力に期待

また近年では、強度としなりを両立する低弾性材料に加え、PAN系では存在しない高弾性材料がねじれを止める層に採用され、機械的な物性解析では検知できない微妙なフィーリング（打感）の良さが好評だと言う。

「以前シャフトの開発段階で、米山剛プロにピッチ系の一部を秘かにPAN系に置き換えたシャフトを試打してもらったところ、すぐに『これは違うシャフトだ』と見抜かれました」

このエピソードが象徴するように、ピッチ系を使うことでシャフトのフィーリングが異なる、つまり、振動吸収性に優れるため、たとえミスショットをしても手がしびれるようなこともなく、安心してフルショットできる。そして、この安心感が飛距離を伸ばす。

ミズノはゴルファーの厳しい性能要求に対し、さらにきめ細やかに対応していく。そうした商品開発を支えることができるのは幅広い弾性値を持つピッチ系炭素繊維しかない。「フィーリングを左右する振動吸収性などについて、材料物性の豊富なバリエーションを生み出すNGFの材料開発力は、当社にとっても大きな強みになり、こうした材料を提供できるのは世界中探してもNGFだけです。もはやNGFの材料を使わない設計は考えられません」

ミズノ(株) 商品開発部 クラブ開発室開発2課
シャフト開発係技師 斉藤 毅氏



NGF炭工場（兵庫県姫路市）

匠の世界が生み出す新たな可能性



ピッチ系の炭素繊維は毛髪の10分の1に相当する約10ミクロンの繊維だ。アスファルトのように脆いピッチを10ミクロンの繊維にすることが技術的に難しく、繊維メーカーでさえ工業化を断念したという。その技術は『アート』とも言える

匠の世界で、NGFには、何千本ものミクロンオーダーの繊維を分速数百mのスピードで製造する独自のノウハウがある。ピッチの調節やタールの改質、3000℃にもなる熱処理などの各種要素技術と製造技術は、製鉄プロセスで卓越した技術を持つ新日鉄の総合力をベースに、さまざまな諸課題を一つずつ克服する中で磨きをかけてきた。

あえて難しいピッチ系の世界を追求してきたのはなぜか。それは、炭素繊維が極限的な特性を引き出すことができる唯一の材料だったからだ。例えば、鉄の約5倍の弾性率を持つ

しなやかさと軽さで釣りの世界を広げる NGF 「ファインクリスタルカーボン」

SHIMANO



ファインクリスタルカーボン（NGF材料）が採用された、（株）シマノの船竿新商品 **海攻 ワラサ**

「新しくなければ新製品ではない」 シマノの高級モデルに採用

NGFの材料が評価され市場に浸透したもう一つの好例が釣り具分野である。軽くて高い剛性としなりが得られるピッチ系炭素繊維の特性を活かし、釣り竿（ロッド）材料としての信頼を得ている。その代表的な事例が、「新しくなければ新製品ではない」をモットーに、独自性のある新商品を次々に市場に送り込む釣り具大手メーカー、シマノ（株）の高級モデルへの採用だ。

同社においてNGFのピッチ系材料は、当初、高弾性の領域でPAN系との組み合わせで使用され、適用が進んできた。最近では、究極の「しなやかさ」「軽さ」が求められる穂先などの重要パーツに、低弾性ピッチ系炭素繊維の採用が進んでいる。PAN系とグラスファイバーだけの組み合わせでは「しなやかさ」と「軽さ」が両立しないからだ。いまでこそ先述のゴルフクラブなどさまざまな分野で活用されているNGFの低弾性材料だが、同社の商品開発の過程でその開発が加速化した面がある。

「何とも言えない味がある」 ファインクリスタルカーボン

このNGF低弾性材料の商品名は「ファインクリスタルカー

ボン」。ファイン（細かい）、クリスタル（結晶）という名称の通り、結晶一つひとつが小さく結晶間に空洞が生じないことから、しなやかさと粘り、強度に優れ、従来のカーボン素材の欠点だった釣り竿のハネ（穂先部分の揺れ）を解消した。現在、こうした振動吸収性の高さから船釣り用の竿に使用されているが、「ファインクリスタルカーボンには、何とも言えない味がある」と、釣り人からの評価は高い。

釣り竿を設計するうえで、“先端はしなり手元が硬い”ことが基本思想だが、釣り人の嗜好は多様化している。釣り人の「こんなフィーリングの竿が欲しい」といった思いを、個別に設計に反映させる、いわば手作りの開発が必要である。開発のカギを握るのは、特に先端から手元までの剛性をどう分布させるかということ。従って、釣り竿の開発は、どの材料を選択しどう組み合わせるにかかっている。こうした高い設計要求に対して、NGFの低弾性材料は唯一無二の存在であり、大きな役割を果たしている。いま、同社における竿の品種は1,500種類以上に及び、1日1本ペースで新製品開発が行われているが、NGFの材料は高級モデルを中心に不可欠となっている。

NGFでは今後も、しなると徐々に柔らかくなるという、他材料では出せないピッチ系の特長を活かし、数値上の特性だけでなく、釣り人の微妙な感覚を満足させる、繊細かつ独自性のある材料開発に取り組んでいく。

炭素繊維をつくることもできれば、一方で、鉄の4分の1の柔らかい材料をつくることもできる。さらに、熱による変形がなく（高寸法安定性）、密度が低い（銅の4分の1から5分の1）にもかかわらず熱伝導率が高い（銅の2倍）ものをつくることができる。

上で紹介したスポーツ・レジャー分野に加えて、人工衛星の分野では、パラボラアンテナなどに使用され、高剛性で熱膨張がなく熱伝導率が高く軽量のピッチ系炭素繊維の特性が最大限に活かされている。実際に人工衛星のパラボラアンテナでは究極の軽量化が求められ、1,000mで数十g以下という細い繊維（7ミクロン）の束を製造し提供している。NGFでは繊維製造と織り方の両面から生産技術のブラッシュアップを図り、過酷な使用環境における特性を追求し、利用形態に応じ

た多種多様の織物を取り揃え、宇宙空間における厳しい性能要求に答えている。

今後はさらに、従来の取り組みに加え、鉄を超える剛性や、繊維方向に熱が伝わるといった材料特性を活かし、電子材料分野など新たな市場開拓にも積極的に取り組んでいく。



お問い合わせ先：
日本グラファイトファイバー（株）
TEL 03-3502-9251