スポーツ・レジャー用炭素繊維材料

園田治朗 東レ(株)ACM技術部
Jiro SONODA

エジソンが京都の竹を白熱灯電極用に蒸し焼きにしたことに遡る炭素繊維は、1959年に米国で商業生産が開始されて以来、最先端の新素材として位置付けられてきたが、今ではすでに世界で年間10,000tを超える量が消費され、身近な材料になりつつある(図1)。

この結果、需給バランスは極めてタイトになっており、メーカー各社とも増設に取り組んでいるが、来る2000年には15,000t以上の供給体制が整う見込みで、炭素繊維は新たなテイクオフの段階を迎えたといえる。

ここまでの成長が可能になったのは、実用化へのステップが短く、激しい採用競争が進められた付加価値の高いスポーツ・レジャー用品(特にゴルフ、釣り竿、テニス)への展開があったからにはほかならない。

炭素繊維がスポーツ・レジャー用材料として広く採用されるようになったのは、その高弾性率、高強度、低比重といった特性が優れている上に、バランスも良く、人間の体の一部として、その力をスムーズに引き出す用具の設計をする上で、利用しやすいためである。

例えば鮎釣りは一日中、川に入って竿を操作するので、数グラムであっても軽量化の付加価値は高く、竿の新製品には常に最先端の材料が適用されている。竹の時代には長さ6.3mで重量1kgを超えたが、現在は10mで200g台のものが市販されている。材料におもに要求されるのは、竿を長手方向にいかに変形させないかであり、引張弾性率60tクラスの高弾性率系は鮎竿の技術革新のために開発されたといって良い。また最近は中通し竿用材料として、円筒の形状効果による剛性アップを抑さえる意味で、5~15tクラスの炭素繊維も利用されている。

1972年、太平洋クラブマスターズの優勝者が使用したことで一躍注目されたブラックシャフトの出現から25年の間に、シャフトの軽量化も着実に進み、現在の超軽量シャフトは40g台のものが一般的になり、30g台のものまで出現している(図2)。ゴルフクラブで最も期待される性能の一つは飛距離で、ヘッドから離れる時点でのボール初速をいかに速くするかがポイントとなるが、ボール初速 V とシャフト重量 m は次の関係となり、

Carbon Fiber Materials for Sporting Goods

図1 炭素繊維の用途別需要量

図2 ゴルフシャフトの軽量化推移

シャフト重量の軽減が効果的なことがわかる。

$$V = M / (M + m) \times [1 + \{M / (M + m)\}^{1/2}] f(V_0(M))$$

M : ヘッド重量 V : ボール初速 m : シャフト重量

$f(V_0(M))$: インパクト時のヘッドスピード

釣り竿、ゴルフシャフトが時代と共に軽量化できた背景には、より高性能な炭素繊維が開発/投入されたことに加え、複合材料設計技術の進歩、複合させる樹脂の性能アップ(高弾性化、成形作業性向上等)や樹脂含有比率を極限まで減らしていく努力が行われていることも見逃せない。

(東レ(株)ACM技術部・主任部員、専門=機械工学)