



自動車材料の パラダイムシフト

Profile

星島 時太郎(ほじま ときたろう)
当社取締役 兼 執行役員
(ナノマテリアル事業・新規事業担当)

Profile

横関 智弘 (よこぜき ともひろ)
東京大学 准教授
大学院工学系研究科
航空宇宙工学専攻航空宇宙システム学講座

今回、それが思いの外、簡単にと
いうか(笑)かなり安定して上がつて
いるなど感じました。

特に今回、ポリプロピレン(P
P)を評価させてもらいましたが、
熱可塑なので元々柔らかく強度も出
ない。それが今回の検証では、倍以
上、強度まで上がっている。

非常に優れたものができているので
はないかと思っています。弾性率
は、倍ではなく、それ以上。オーダー
ーが上がるくらいで、10倍近く
まで上がっているのと、強度も2倍
以上までいっているというのは、私
の経験上では初めてかなと思い、今
回、論文にまとめてみたいなと思つた次
第です。

私どもは、力学特性を気にしているのですが、例えば、普段使えない様な樹脂が機械特性が良いということで、色々な構造部材に使えることになります。また、高価な樹脂をも凌駕し、纖維複合材レベルの強度だつたり弾性率というのが、もし汎用樹脂で出るのであれば、より用途が拡がるという思いもあって、特に強度の向上、弾性率と強度の両方がアップするという技術は非常に魅力的だなと思つていました。

弾性率は上がるが強度が出ないとか、混ぜることは出来ても凝集があり、導電率は高いけれども、力学特性が全然ダメだとか……。

◆論文において、曲げ強度と弾性率について書かべき点について、ご説明いただけますでしょうか

星島 そもそもも詰で E P
が使われる用途は、車のバン
パーとか他のドアトリム（ド
アの内張りパネル）とか延性
が必要な部品ですよね。それ
を弾性率上げて、薄肉にして
軽量化できるとか、そういう
意味ではいいところかなと。
横関准教授 そう思います
ね。延性もあるまま、薄くで
きるといったところはいいと
思います。

今回の検証用のものは強度もあって伸びもあるといふところまできていふといふ意味では、綺麗に分散して、樹脂の延性も残つてゐるといふところが大きいのかなと思います。

横関准教授 そうです

星島 その、作用機構といふか補強機構について、我々も単なる繊維本数の差ではなくさうだなと、相互作用とか、たまたま P が：とも思いましたが、结晶性ポリマーの中に微結晶があるものなので、そういうのかなども思いましたが、実はポリエチレンでも似たような現象が起きたりして、まあ、カーボンナノファイバー（CNF）そのものの補強性能と見た方がいいのかなと。

CNFをある程度、20%くらい入れたところから、急に導電性が上がるということはコンタクトポイントなのかと。単純なイオン導電体という見方じやいとすると、コンタクトポイントをどう制御するか。例えば10%前後の場合は適当な距離を保つて、要するに誘電率を向上してくれる電波吸収性能が、20%以上の添加量で繊維间距

星島　P P の炭素繊維補強のカテゴリーで言いますと、なかなか無かつた領域だと思いま
す。また、自動車を取り巻く電波環境についてもご教授頂きたいのですが。

かなり魅力的かなと。軽量化でそれが実現できるというのは、例えば後から金属を貼らなくてもいいですし、加工性も上がりがる訳ですね。なので、そいつた意味で拡がりは見せるかなと思いますね。

ジーメンスセンチメートル(SG)のオーダーを発現できるという意味では、静電気の除去のレベルの一線をはるかに越えてきたと思います。本当に導電材料として、シールド材含め、電磁シールドですかね、反射含めてシールドのレンジにきていくと思われます。

ターレーの7.6GHzとか2.6GHzのと
こにいきますと、メインの波と
サイドロープが出るらしいので
すが、それを吸収するとかいう
ことに使っているらしいです
ね、そういうものにもPPだけ
で出来るというのが、多分メ
リットかなという風に思ってい
ます。

星島 あとは、電気伝導性についてもお書きになられていて、1.4ジーメンスマートル(SM)（※1）とか、 $7S/m$ とか、結構なレベルですね。PPがオーナートル（O-N）（※2）でいうと14乗とか15乗いくところが、1乗～2乗くらいのところまでいけるという感じになると磁干渉シールドで言えば、反射と吸収の両方に使える可能性が出てきたのかなと思つています。

離が縮まりコンタクトしだすと、導電性が発現し電磁波シールドが可能となります。

星島 射出したものの表面が非常に綺麗にでけていますので、敢えて表面塗装しなくても良いとか、そういう点もメリットになるのかなと思います。

横関准教授 それだけでプラスアルファの機能がもう入つているというのが魅力だと思います。自動車だけではなくて、割と樹脂製品で出来なかつたものが、CNF含めて機能性を持つた樹脂が出来ている。しかも、射出とか、今までの製法と同じでできるという意味では非常に大きいと思います。

横関准教授 そうですね。先ほど言つた様にPPとか割と衝撃吸収とかそういうのには期待されて使つていたりする所も多いと思います。

横関准教授

本当にそうですね。今までと大きく製法が変わるとか、大量生産ができるとか、ナノ材料には結構ネットがあつたんですね。ただ、もうそういった事はなくて、コンセプト的にはそこはもう狙わなくしてよい。従来のもので出来る。だけど、綺麗に分散して多機能性を保持するという観点から開発されていると思いますので、その観点からすると非常に大きいですね。だから、他の世界を開いたという意味では大きいのかなと思います。

星島 あるものによっては、これだけのヤング率（※3）が上がりまと金属部品を代えてもいいかなと：もちろん断面の二次モーメントを上げていかなくてはならないですが、金属とほぼ同じような剛性のものが、インジエクションでできるというのが大きいかと思います。

星島 C N Fが多少コスト面で不利な面はあります、全体設計コストとかでみると、大体イーブンになるのかなと思っています。

横関准教授 そうですね。製法が変わらないという意味では、すごく大きいと思っています。

星島 熱的な安定度が上がりましたという点もありましたが、どういう測定でしょうか。

横関准教授 あれはT G A（熱重量分析）（※4）でして、熱分解の温度が上がるという意味では耐えられる温度が上がっているという意味です。

**星島**

砂漠の駐車場に放置していると、下手すると100度くらいまで上がるんですね。ある意味で耐熱性材料はみんなPPを使っているが、あれは80度位からちょっと軟化するという話を聞いたことがあります。

横関准教授 そこのポイントですね。80度でも弾性率が高いというのが大きいですね。まあ、極限的な使用かもしれないですが、割と必要だと思います。

星島 エンプラ（※5）を使うほどコストをかけられないでの、PPを使いたいというのはよく耳にします。

横関准教授 ですので、PP系でいけるのだったら、それがいいと思います。

星島 論文の中で、当社のC N Fをマルチファンクショナルと書かれていますが。

横関准教授 本当に1つで色々な機能を持つて発現でき、全てに性能を出すというのがほぼ無いんですね、なかなか。マルチファンクショナルの特性をいかに発現・拡大するかと共に、研究、苦心してやっているのですが。

星島 我々も早速、マルチファンクショナルというワードで営業活動をさせていただいております（笑）

星島 我々も早速、マルチファンクショナルというワードで営業活動をさせていただいております（笑）

横関准教授 それが出来るのがいいと思います。ナノでそのままペレット化してもう一度出されば。勿論、何回リサイクルすると特性がどう変わるかおさえなくてはいけないですが、それがおさえられて、特性が担保できれば。是非、それも評価検証させて下さい（笑）。

本当に、何回リサイクルしても強度がどうなったとか、そういったデータがなかなか無いのです。リサイクルできると言うのですが、数値が下がるのか、保持できるのか、そういうデータがないのです。これから必要になると思います。

星島 しかも、自動車部品に使われている樹脂材料はPPがメジャーです。そこをリサイクルできるようになるといいと思いません。

星島 炭素繊維メーカーがSMC (sheet molding compound) でやられてい

星島 そういう意味では炭素繊維業界においても、リサイクルできた方がいいと思います。それでは、リサイクルにつきましても、先生にご評価いただいて（笑）、アルミと鉄並みのリサイクル性が担保できれば、と思います。

星島

あとはリサイクルのことを考えますと、チヨツプドファイバーだと6ミリ、3ミリですと、表面も荒れていますし、酸化しているのも多いですけど、ナノになりますと表面の酸化層というものはいずれにしても溶かせば浮いてくるのですけど、そのままもう1回インジェクションできるというのが利点かと思うのですが、そういった事でよろしいでしよう。

横関准教授 そのままで、PPに使うのがいいと思います。PPを使いたいという観点から、他でやるのかという議論の中でも、PPだつたら、延性もあって、金属並みに防御力があって、且つ透磁率が1ですよね。要するに85キロヘルツ（kHz）だと殆どロスがなくそのままコイルのやり取りができるのではないかと思っています。いずれにしても、そういう機能を持つていると考へています。

また、導電性と電磁波のコントロールを別軸で考へています。導電性だとそのまま通電していかと思っています。いざれにしても、そういう機能を持つていると考へています。

もう1つの電磁波のコントロールの方は、若干そういうニュアンスが違つて、85kHzだったら透過します、レーダーのギガヘルツ（GHz）だつたら吸収しますといったバンドパスフィルタ（必要な周波数帯のみを通し、他の周波数は通さない）というか、そういう機能が必要で金属性を使用したくなくなります。

また、導電性と電磁波のコントロールの方は、若干そういうニュアンスが違つて、85kHzだったら透過します、レーダーのギガヘルツ（GHz）だつたら吸収しますといったバンドパスフィルタ（必要な周波数帯のみを通し、他の周波数は通さない）というか、そういう機能が必要で金属性を使用したくなくなります。

理想は、そういうアンダーカバーにPP使われているけど、コイルを入れてもそのまま使用できますよというのが理想ですね。

星島 当社製のC N Fはロバスト性があるのですが、多少の誤差があつても、PPでもそうですが、同じS-I Sカーブ（ひずみと応力のグラフ）になりますね。

横関准教授 それが重要ですね。

星島 チヤンピオンはいらなくて、変動が少ない、安定しているという点は重要な性能になつてきます。

横関准教授 顧客からも、前回テスト時と全く同じ

データがあると、メーカー側もきっと採用する時に安心できるかなと思います。

横関准教授

勿論、多少性能が下がつても構わないですよ。設計のトレランス（許容値）をデータを基に設定すればよいので。それがどれくらいかというのが示せていないですね、今までので、そういうデータが示すことが重要だと思います。

星島 また、自動車業界においては、駐車中の充電においてプラグはあまり使用したくないという事で、地上コイルと車載コイルを使用する訳ですが、その時にアンダーカバー（車載コイル）に鉄もアルミも使用できません。結局C F R P（炭素繊維強化プラスチック）でやるのか、他でやるのかという議論の中で、PPだつたら、延性もあって、金属並みに防御力があつて、且つ透磁率が1ですよね。要するに85キロヘルツ（kHz）だと殆どロスがなくそのままコイルのやり取りができるのではないかと思っています。いざれにしても、そういう機能を持つていると考へています。

また、導電性と電磁波のコントロールの方は、若干そういうニュアンスが違つて、85kHzだったら透過します、レーダーのギガヘルツ（GHz）だつたら吸収しますといったバンドパスフィルタ（必要な周波数帯のみを通し、他の周波数は通さない）というか、そういう機能が必要で金属性を使用したくなくなります。

もう1つの電磁波のコントロールの方は、若干そういうニュアンスが違つて、85kHzだったら透過します、レーダーのギガヘルツ（GHz）だつたら吸収しますといったバンドパスフィルタ（必要な周波数帯のみを通し、他の周波数は通さない）というか、そういう機能が必要で金属性を使用したくなくなります。

理想は、そういうアンダーカバーにPP使われているけど、コイルを入れてもそのまま使用できますよというのが理想ですね。

星島 当社製のC N Fはロバスト性があるのですが、多少の誤差があつても、PPでもそうですが、同じS-I Sカーブ（ひずみと応力のグラフ）になりますね。

横関准教授 それが重要ですね。

星島 チヤンピオンはいらなくて、変動が少ない、安定しているという点は重要な性能になつてきます。

横関准教授 誰でも同じ機械を使って、何回やつても同じものができるというのが1番重要なことです。バラつきが多いと結局、設計は下振れで設計するので、あまり軽量化にもならないし、コストもかかるということになりますね。

◆最後に、今回の結果から、今後どのような用途、また未来が考えられるでしょうか。

横関准教授

今回はPP系で自動車分野のお話が多かったですけれども、基本的に樹脂材料は手軽で色々な所で使われています。さつきキーワードでいうようにマルチファンクションアルの時は、今後、軽量化もそうですが今は出でていないですけど減衰効果というか乗り心地ですね、そういう色んなファクターの考え方があつて、それを1つの材料に、今のがる総取りですね、全部うまくあるので、その意味ではカーボンニュートラル(※6)であつたり、SDGs(17の目標と169のターゲットからなる持続可能な開発目標)だつたり、色々な今のキーワードがありますが、それらに根本から寄与する軽量化、多機能含めて軽量化できるという意味では非常に良い材料かなと思います。

インパクトが大きいのは自動車分野かもしれないですけれど、それ所以外に航空機もそうですし、色々な使い方で頂けたらなと思う次第であります。いい未来があるのではないかなと思います。

星島

本日は、貴重なお時間を頂戴し、ありがとうございました。
今後とも、引き続きよろしくお願ひいたします。

横関准教授

ありがとうございました。

以上

◆注釈

※1..ジーメンス每メートル(記号: S/m)は、電気伝導率(電気伝導度・導電率)の単位。1ジーメンス每メートルは、1メートルあたり1ジーメンスの電気伝導率と定義される。ジーメンス每メートルは、電気抵抗率の単位オームメートル(Ωm)の逆数。

※2..試験物の単位体積(1cm³)当たりの体積抵抗値。

※3..フックの法則が成立する弾性範囲における、同軸方向のひずみと応力の比例定数。一般的の材料では、一方向の引張りまたは圧縮応力の方向に対するひずみ量の関係から求める。ヤング率は、縦軸に応力、横軸にひずみをとった応力-ひずみ曲線の直線部の傾きに相当する。

※4..材料の物理的および化学的性質の変化を熱的に分析する方法。

※5..エンジニアリング・プラスチック。特に強度に優れ、耐熱性のような特定の機能を強化してあるプラスチックの一群を指す分類上の名称。一般には、100°C以上の環境に長時間曝されても、49Mパスカル以上の引っ張り強度と2.5Gパスカル以上の曲げ弾性率を持つものを指す。

※6..何かを生産したり、一連の人為的活動を行った際に、排出される二酸化炭素と吸収される二酸化炭素が同じ量である、という概念。