

日経 ものづくりに

2017 10

グローバル時代の開発・生産を応援する

特集 2

Apple社の事例で学ぶ
意外と知らない
知財制度の
仕組みと役割

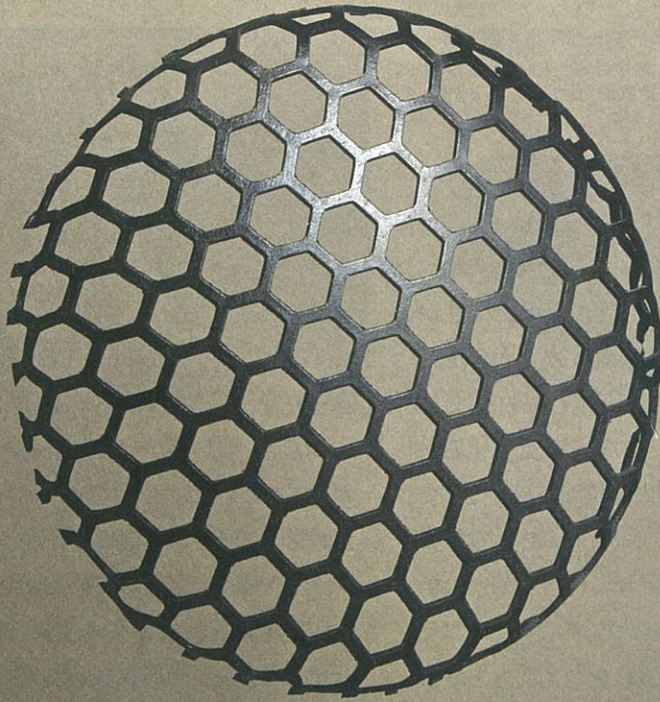
インダストリー4.0
現地レポート

産業革命を主導する
欧州最大の研究機関

特集

検査工程は
どこまで
減らせるか





Q. CFRP製スピーカーカバー 軽さ以外の魅力とは？

写真は、炭素繊維強化樹脂 (CFRP) で出来たスピーカーカバー。熱可塑性樹脂であるポリアミド (PA) 6に、20質量%の炭素繊維を混ぜたCFRPで成形した。樹脂成形メーカーである東レプラスチック精工 (本社東京) が開発した。密度は鋼の1/6で、アルミニウム合金の1/2*¹。強度は、引っ張り強さがアルミ合金と、曲げ強さが鋼と同等である*²。肉厚次第だが、うまく造れば金属製スピーカーカバーに対して5割以上の軽量化を実現することも可能だ。と、ここまでは多くの読者の想定範囲だろう。実は、このスピーカーカバーには軽量化を超える付加価値がある。さて、軽さ以外の魅力とは何だろうか。

*¹ このCFRPの密度は1220kg/m³。 *² このCFRPの引っ張り強さは195MPaで、曲げ強さが295MPa。

答えは
p.18

CFRP製スピーカーカバーは、金属製に比べて音が良くなる。CFRPには振動減衰特性が高い、つまり振動を抑える特性があるからだ。

図1は、試験片の一方を固定して打撃を加えた後、振動(振幅)がどのように変化するかを、横軸に時間(s)、縦軸に変位(mm)をとって見たものである。件のスピーカーカバーの材料であるCFRP(CFを20質量%含むPA6)の場合、0.6秒程度で振動が収まるのに対し、ステンレス鋼(SUS304)は1.6秒を超えてもまだ振動が続いている。振動減衰特性の大きさを示す損失係数(内部損失)は、CFRPが0.0532と、SUS304の0.0113と比べて約5倍高い。その分、振動を素早く押さえるということだ。

損失係数に優れた材料をスピーカーカバーに使うと、スピーカーが音を発してスピーカーカバーが振動しても、それがすぐに収束する。そのため、次の音が発生する時には、振動していないスピーカーカバーを通過して外に出る。その結果、クリアな音に聞こえる。これに対し、損失係数が低い材料で造ったスピーカーカバーは、先に発した音によって振動した状態

で、次の音が発生する。すると、先の音によって生じた振動(音)に後の音が重なり、音がこもって聞こえる。これがCFRP製スピーカーカバーの音が良いメカニズムだ(図2)。

樹脂製スピーカーカバー自体は珍しくない。ポリプロピレン(PP)やアクリロニトリル・ブタジエン・スチレン(ABS)などを使ったスピーカーカバーは市販されている。だが、CFRPよりも振動減衰特性が劣る上に、剛性や強度が低いことから、肉厚に成形する必要があるため、その分、音を遮ってしまう。これらの点から、CFRP製スピーカーカバーほどの音質は実現できないという。

東レプラスチック精工はCFRPを使うことで、樹脂製でありながら音に優れたスピーカーカバーや、スピーカーのコーンとしての製品化を目指す。高級車向けカーオーディオや据え置きタイプの高級オーディオへの搭載を狙っている(図3)。

開発のきっかけは偶然だった。屋外スピーカーを設置する顧客から、「ステンレス鋼製スピーカーカバーが重いので作業性が悪い。もっ

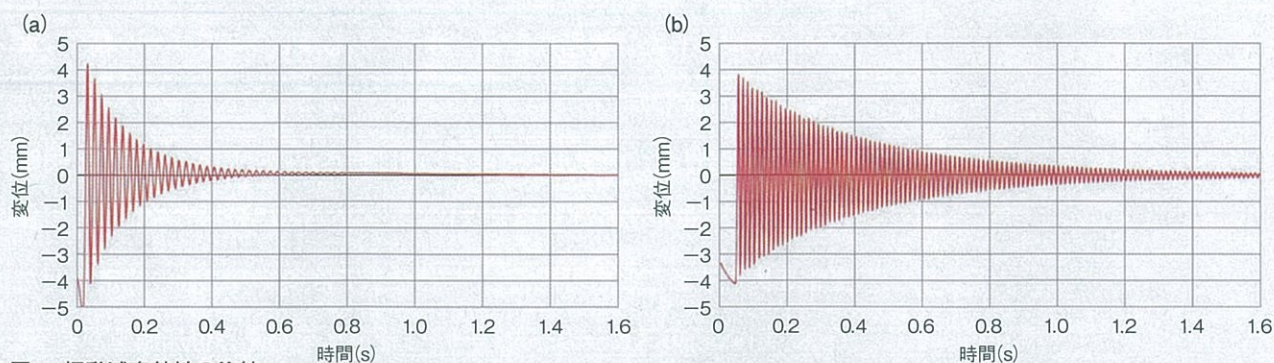


図1 振動減衰特性の比較

(a) CFRPの試験片の場合は、振動を加えても短時間で収まる。(b) SUS304の試験片では振動が弱まりながらも、CFRPに比べておよそ5倍程度続く。



図2 据え置き型スピーカーに付けたスピーカーカバー
CFRP製(手前)スピーカーカバーを付けたスピーカーから流れた音はクリアに聞こえる。これに対し、SUS304製(奥)のそれはこもって聞こえる。

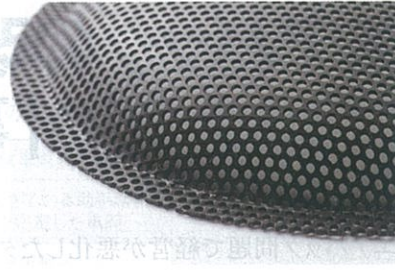


図3 高級カーオーディオ向けに試作したCFRP製スピーカーカバー
軽さに加えて音の良さを付加価値として打ち出す。

と軽くできないか」という打診があった。これを聞いた同社が、軽くて強く、錆びないCFRPを使ってスピーカーカバーを造って提供したのである。

作業性が格段に上がったという評価に加え、意外な顧客の声も拾えた。「このスピーカーカバーはクリアな音で、遠くまで届く」と。この声を基に試験した結果、東レプラスチック精工はその理由がCFRPの振動減衰特性にあることを突き止めたというわけだ。

シートを造った後でパンチング

CFRP製スピーカーカバーの造り方はこうだ。まず、コンパウンド工程でCFの連続繊維とPA6を押し出し機に入れて混練し、ペレットを造る。ペレットの大きさは、直径が約1mmで、長さが1.5~2mm程度。この中に、連続繊維が混練中に寸断されて0.3~0.4mm程度の長さになったCFが含有される。次に、シート工程に進む。ここでも押し出し機を使い、先のペレットを投入して溶融。これをスリットのある口金(ダイス)から押し出し、2本のロールで挟んで厚さを調整する。調整できる厚さは0.5~2mm。これが冷えるとCFRPシートとなる*。

このCFRPシートを、続くパンチング工程に運び、パンチング機でスピーカーカバーの穴を加工する。肉厚と同じ直径の小ささの穴まで

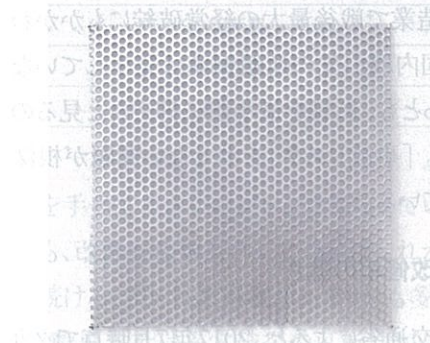


図4 クロムめっきを施したCFRP製スピーカーカバー
CFRPはめっきしやすいため、さまざまな外観品質の製品を造ることができる。


開けられるという。

最後に、熱間プレス工程に進み、穴が開いたCFRPシートに立体的な形状を付与してスピーカーカバーが出来上がる。

肉厚が0.5~2mmと薄く、数多くの穴が高密度で開いたスピーカーカバーは、射出成形で加工することは難しいという。穴の周囲にウエルドラインが発生するため、成形後に力が加わると亀裂や割れが生じやすいのだ。

CFRPは微弱な電流を通す特性も備えているため、めっきを施しやすいという特徴もある。クロムめっきを施すと、金属調の外観のスピーカーカバーに仕上げることも可能だ(図4)。

コストは金属製の3倍ほど高くなる見込みだ。東レプラスチック精工は、軽量化に加えて音の良さという付加価値を前面に押し出すことで、この価格差を吸収する考えだ。

(近岡 裕) 

* このCFRPシートを東レプラスチック精工は「トップファインCF」として販売している。