エンジニアリングプラスチック

新しい用途に採用される

高性能樹脂であるエンジニアリングプラスチック（エンプラ）は、耐熱性や透明性などに優れ、スポーツ用品、住宅、自動車などさまざまな分野で使われている。関心が高まっている3Dプリンターを利用したモノづくりの造形材料として、新しい用途への採用が広がる。省資源化や環境負荷の低減に貢献するリサイクルシステムが注目されている。

特性生かし幅広く活躍

スポーツ向けホイッスルにも

エンプラは耐熱性が100度C以上あり、強度が50メガパスカル以上、曲げ弾性率が2・4ギガパスカル以上ある樹脂をいう。いくつかの種類があり、結晶構造の有無によって、結晶性樹脂と非晶性樹脂とに分けられる。

結晶性樹脂としてポリアミド（PA）、ポリアセタール（POM）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、シンジオタクチックポリスチレン（SPS）などがある。非晶性樹脂としてポリカーボネート（PC）、変性ポリフェニレンエーテル（m−PPE）がある。

耐熱性がさらに高く、150度C以上の高温でも長時間使用できるのが、スーパーエンプラ。結晶性樹脂としてポリフェニレンサルファイド（PPS）、液晶ポリマー（LCP）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）などがある。非晶性樹脂として、ポリエーテルサルホン（PES）、ポリアリレート（PAR）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリイミド（PI）などがある。

エンプラは耐熱性、透明性のほか、耐衝撃性、耐薬品性、耐疲労性、寸法安定性があるなど、さまざまな特性を備えている。日用品から医療、住設機器、食品、電気・電子製品、機械部品、自動車までの幅広い分野で使われている。

スポーツ分野もその一つだ。サッカーやバスケットボール、バレーボールなどでは、ゲームの節目で、審判員のホイッスルが競技場に響く。そうした中、PCがバスケットボール審判員用ホイッスルに採用されている。バスケットボールの審判員は、ゲーム中ホイッスルをくわえ続けるため、通常の強度のホイッスルをかみ割ってしまうことがあった。そこで本体のマウスピース部分に高強度材料のPCを採用してかみ割れにくくした。

住宅向けにはカーポートやテラスの屋根材として、透明性や耐衝撃性も持っているPCのパネルが使われている。

環境に対する意識が高まり、加えて節電への対応が求められる中、省エネルギー、長寿命である発光ダイオード（LED）照明が注目されている。そのLED照明には照明器具の筐体（きょうたい）に使うPPSや、LED基板向けに高耐熱のSPS、ランプカバー部分を担うPCなど、複数のエンプラが使われている。

マウスピース部分にPCを採用したバスケットボール審判員用ホイッスル（モルテン提供）

多様化する自動車部品

自動車は二酸化炭素（CO_2）排出量削減、低燃費化、排ガス規制への対応などから、従来の内燃機関車のほかに、電気自動車（EV）、ハイブリッド車（HV）、プラグインハイブリッド車（PHV）、燃料電池車（FCV）が加わり、多様化している。それに伴い、エンプラの需要が広がっている。

具体的にはPCがウインドーの材料として使われている。PCの特徴を生かして、軽量化による燃費向上と、低重心化による走行安定性向上に貢献している。PCはヘッドランプやパノラマルーフにも用いられている。

PAは内燃機関の燃焼室に空気を送り込むインテークマニホールドに使われており、耐熱性と軽量化ニーズに応えている。

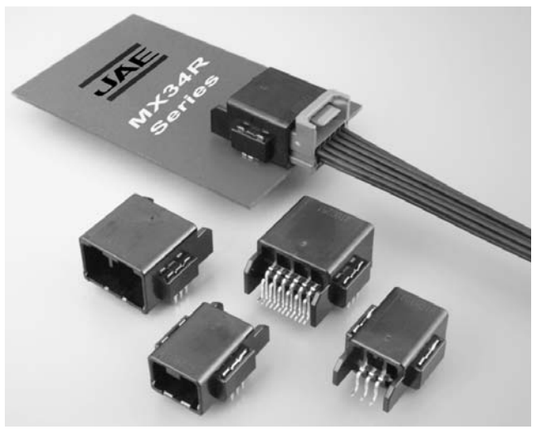
POMは摺動（しゅうどう）性に優れており、ギア・カム類に使われている。

m−PPEは軽量化に役立つほか、柔軟性や復元性に優れていることからフロントフェンダーに採用されている。EVのリチウムイオン電池パックシステムの主要な部品に採用することで、部品重量を20%削減した完成車メーカーもある。

車載用電子ユニットに使われるコネクターには、リフロー実装温度への対応として、耐熱性のあるPPSが採用されている。このほか、PPSはEVのリチウムイオン電池のガスケット、HVのモーター関係のインシュレーター、ガソリン車のスロットボディーなどにも使われている。

ゲーム機のコネクターやヘッドホン部品、カメラ部品には、高強度で高剛性、低収縮率、高流動性といった特徴を持つLCPが使われている。

半導体製造装置部品、医療機器、食品・飲料製造設備部品向けなどに、耐熱性や機械強度に優れるPEEKが採用されている。



耐熱性のあるPPSを採用した車載用小型コネクター（日本航空電子工業提供）

3Dプリンター材料

低コスト生産を可能に

3Dプリンターを利用したモノづくりが注目されている。製品開発期間の短縮や、試作コストの削減、多品種少量生産、さらに医療機器など、複雑な形状や要件を求められる製品の低コスト生産が可能だからだ。

3Dプリンターは造形方法によっていくつかのタイプがあり、その中にはエンプラを材料に使ったものがある。熱溶解積層法はカートリッジに入った糸状のエンプラを材料溶解ヒーターで溶かして積層することでモノづくりを実現する。PC、PA、PEIによる造形が可能だ。粉末焼結積層造形法はレーザーを粉末材料表面に照射して焼結させることで、テーブルに1層分を形成。テーブルを1層ごとに降下させて、工程を繰り返しながらモデルを完成させる。材料にPAを使用する。

例えば、エンプラを材料にしたバイク用冷却ファンの試作では、風力と製品容積を試すため、羽のサイズを変更したものを積層造形して、最終設計形状を求めている。

PAを材料に3Dプリンターで試作した中・大型バイク用冷却ファン（みづほ合成工業所提供）

リサイクル技術確立へ

再生材の強度など改善

エンプラの成形工程内において発生する成形物は、環境への配慮や材料コストの削減などの観点から、粉砕して再生材として繰り返し使われている。そのエンプラとして、PAやPOM、PBT、LCPなどがある。

PCのケミカルリサイクルで、バッチ処理によるリサイクル技術が確立している。同技術は粉砕・融解したPCの廃材を原料モノマーにもどすため、低温かつ長い時間をかけて解重合。精製してPCの主原料である高純度ビスフェノールA（BPA）を抽出するもの。低温、長時間の解重合で副生成物の発生を防ぎ、99%以上の純度のPBAが得られる。

使用済みのCDやDVDから、主原材料のPCを分離し、それらを使って再度CDやDVDを生産するリサイクルシステムも確立している。使用後に回収されたCDやDVD、あるいは製品として出荷されなかったCDやDVDは、産業廃棄物として処理されている。

そうした中、これらの一部は回収され、低純度のリサイクルプラスチック材料として使われているが、CDやDVDの材料として再び使用できる品質基準を満たしていなかった。

そこで、粉砕されたCDやDVDを薬品に浸して、CDやDVDのベースからアルミニウムなどの塗布層を浮かび上がらせる処理と、力を加えることで粉砕されたかけら同士がぶつかり合い塗布層を剥がす処理を実施。それらの処理によって、異物混入率がバージン材と同程度のリサイクルPCを回収し、ペレット化した。そして同ペレットを使い、再度、光ディスクを生産できるシステムが完成した。

パソコンメーカーでは自社回収したCDやDVDを再生プラスチックとして、ノートパソコンの筐体に再生利用するリサイクルシステムを構築している。

コピーやプリンターなどの機能を備えた複合機のメーカーは、複合機の本体外装材に、高い回収率を誇るペットボトルをリサイクルした再生ポリエチレンテレフタレート（PET）と、再生PCの複合リサイクル素材を使っている。

複合機において、資源の有効活用を促進するため、安価に入手可能で、さらなる再資源化ニーズの創出が求められている再生PETを外装プラスチックとして利用しようとした。ところが、再生PETには耐衝撃性、難燃性、成形容易性の面で課題があった。そこで、複数のプラスチック素材をブレンドして、より良い性能を引き出すポリマーアロイという技術を使うことで、再生PETのそれら課題を改善することに成功した。

再生PETと再生PCのポリマーアロイ化においては、衝撃強度に大きな影響を与えるPETとPCの界面状態の制御が重要だった。衝撃などの力が加わった場合、PETとPCの界面の接着が弱いとそこから破断してしまい、強度が下がってしまう。そのため、PETとPCの両方の素材に良くなじんで界面の接着を強化する相容化剤を添加することで界面を強化している。