

食品工場廃棄フィルムの削減システムの提案

相溶化技術を活用した積層樹脂フィルムのリサイクル

村井 健児◎文

(株)ファー・イースト・ネットワーク／代表取締役

現在、食品包装の主流素材となっているのは、PEを主とするオレフィン系樹脂をシーラントに、ガスバリア性や耐ピンホール性などを持たせるためにPET、PAなどの異樹脂を貼り合わせて作られる積層樹脂フィルムである。

このように互いの性質が異なる熱可塑性樹脂が組み合わせられた積層樹脂フィルムの廃材は、加熱・混練しても樹脂同士が十分混じり合わず、強度のある再生プラスチック原料に加工できないことから、長年、焼却・埋め立てなど廃棄に回されてきた。近年こそこのような複合樹脂廃棄物も、燃料である原油の値上がりにより、製紙会社、セメント会社、発電所などで熱利用や発電のために使用するRPF燃料として盛んにサーマルリサイクルされるようになってきているものの、依然、排出業者にとっては処分費を支払って処理してもらう廃棄物であることに変わりはない。また、一部の樹脂リサイクル業者ではマテリアルリサイクル(再生プラスチック原料化)への取り組みが行われているものの、単一の樹脂をリサイクルする場合に少量加える増量材や、物性要求が低い製品の原料として使われるにとどまり、リサイクル業者も積極的に処理に取り組んでこなかった。

ところが、このたび東京・西新宿に本社を置く廃棄プラスチック・リサイクル商社である当社は、プラスチックの相溶化技術を利用してこの積層樹脂フ

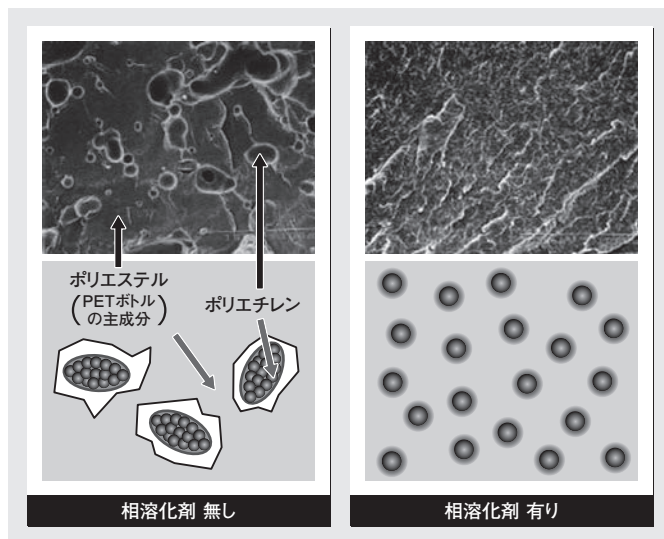
ィルムをマテリアルリサイクルする「積層樹脂フィルム・リサイクル・システム」を立ち上げ、商業ベースでの廃材回収を開始した。

本稿では、複合樹脂リサイクルの技術的な説明、およびリサイクルビジネスモデルに加えて、この技術を利用した「積層樹脂フィルム・リサイクル・システム」をどのように食品工場廃材へ応用していくかについて解説する。

なぜ複合樹脂がリサイクルできるのか？

「積層樹脂フィルム・リサイクル・システム」の核となるのは、大阪ガスが開発したポリエチレンとPET樹脂の相溶化技術である。

図表1●相溶化イメージ(ポリエチレンとPETの場合)



通常、ポリエチレンとPETのように互いの性質が極端に違う熱可塑性樹脂が組み合わせられた場合、お互いが反発し合うため、単純に加熱・混練するだけでは樹脂同士の分子は混じり合わない。図表1の左は、ポリエチレンとPETを加熱混練して冷却した樹脂の顕微鏡写真であるが、PETの中にポリエチレンの大きな塊が浮かぶように点在した海島構造をとっており、混じり合っていないことがよく分かる。このような状態では、混練、成型後も樹脂同士の境目より破断が生じるため、実用に耐える再生樹脂として利用することはできない。

ところが、ポリエチレンとPETにそれぞれ親和する構造を併せ持つ物質（相溶化剤）を配合すると、異樹脂同士を非常に微細なレベルで分散・混合することが可能になる。図表1の右は、相溶化剤添加後のポリエチレンとPETの写真であるが、左の写真に比べてPEの粒子がより細かくなり、全体に均一に散らばっている状態（相溶化した状態）であるのがよく分かる。相溶化させることによって、ポリエチレンの優れた耐衝撃性や伸び性、PETの高い弾性、および引っ張り強度など、それぞれの樹脂の優れた特徴を合わせ持った新樹脂が得られる。

相溶化剤は基材となる樹脂に薬剤を練りこんだペレット状のマスターバッチとして供給され、積層樹脂フィルム廃材を加熱・混練してペレット加工する際に加えられる。この方法では、積層樹脂フィルムと相溶化剤マスターバッチ混ぜ合わせるだけで物性を損なうことなく簡単にリサイクルができるだけでなく、汎用の押出機での加工が可能のため、プラスチック再生業者の既存設備のまま導入ができるところが魅力である。

このように、相溶化技術の利用により、これまではなかった高付加価値のリサイクルを実現しようとするのが、この「積層樹脂フィルム・リサイクル・システム」の狙いである。

相溶化技術開発のバックグラウンド

元々この相溶化技術は、大阪ガスが自社でのガ

ス工事時に出るPEガス管廃材をPETボトル廃材と組み合わせることで改質し、より付加価値の高いリサイクルを実現するため開発したものである。ところが、関東に拠点をおき廃棄プラスチック・リサイクルに携わっているリサイクル商社である当社が、積層樹脂フィルムの構成が大阪ガスの相溶化剤で改質可能なポリエチレンとPETであることに着目し、リサイクル不能の困り者として排出業者の悩みのタネとなっている食品向け積層樹脂フィルム廃材のリサイクルにこの技術を利用することを提案した。この提案を受け、大阪ガスがリサイクル専用の低価格な相溶化剤を新開発したことで、相溶化剤を使用した積層樹脂フィルム・リサイクルがビジネスとして実現可能なものとなった。

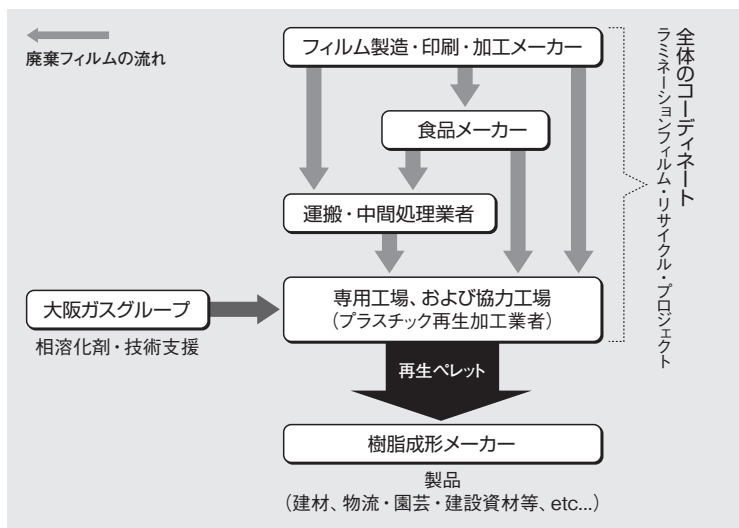
積層樹脂フィルム・リサイクル・プロジェクトの発足

2006年2月には、積層樹脂フィルム・リサイクルをシステムとして確立・普及させるため、当社が中心となり「ラミネーションフィルム・リサイクル・プロジェクト委員会」（以下、プロジェクト委員会）が組織された。この団体は、相溶化剤の改良・選定を大阪ガスと大阪ガスケミカルが担当し、製造条件の設定を関東近県のプラスチック再生業者、コンパウンドメーカー、中間処理業者が担当する体制となっている。プロジェクトでは、積層樹脂フィルムの再生ペレット化や最終製品の要求物性に合わせた改質などの実験をはじめとして、相溶化技術を利用した積層樹脂フィルム・リサイクル技術を完成・普及させるための活動中を精力的に行っている。

2006年9月には当社が、拠点となる関東で印刷メーカーからの積層樹脂フィルム廃材受け入れをスタートし、事業ベースでのリサイクルを開始した。現時点でのリサイクルは一工場のみで量も月間数トン程度と小規模だが、2007年2月には現在準備中の専用プラントの完成により大幅な増産が期待されており、2007年度10月までに月間300トンのリサイクル量達成を見込んでいる。

今後のプロジェクトの計画であるが、プロジェク

図表2●リサイクルフロー



フィルム処分料の相場は20円/kg程度(回収費用を含む)であるため、リサイクル工場に持ち込むまでの輸送費を考慮に入れたとしても、排出元企業にとっては大幅な廃棄物処分費のコストダウンとなる。その場合有価物としての扱いになるためマネフェストは発行されないが、それに変わり、リサイクル経路を追跡するソフトウェアを利用しているため、トレーサビリティの確保も万全である。

ト委員会では、まず手始めに地元の関東圏で月間数百トンレベルの再生ペレットの安定生産・販売を達成し、積層樹脂フィルム廃材のリサイクルシステムを完成させることを第一目標とした後、全国にリサイクル拠点を増やし、広くシステムの普及を図っていこうと考えている。

積層樹脂フィルム・リサイクル・システムの概要

ここでは、フィルム廃材の回収方法、価格、再生加工および販売ルートなど、積層樹脂フィルム・リサイクル・システムの概要(図表2)について説明したい。

現在、廃材の回収を行っているフィルムの種類は、PE/PA、PE/PET、PP/PETの3種類で、印刷メーカーや製袋メーカーから出る印刷ロス品、スリッターや、表示切り替えに伴う廃棄品である。フィルム廃材の回収は群馬県・前橋市のプロジェクト委員会のメンバーの工場で行っており、排出業者に工場まで持ち込んでもらう条件で、1円/kgの料金で買い取っている(※)。関東近郊での積層樹脂

フィルム回収に際しては、排出元でフィルムの分別を行ってもらう。分別方法は、フィルム中の層で最も厚みのある樹脂の種類によって、PE系、PP系の2通りに分別する。分別を行う理由は、軟質の樹脂を求めるユーザーにはPEベース、硬質の樹脂を

求めるユーザーにはPPベースのペレットを提供し、ユーザーの物性に対する要望に応えるためである。回収したフィルムは専用プラント、およびプロジェクト委員会のメンバーの工場ではフィルムの成分や要求物性に合った相溶化剤を加えて混練、ペレット化された後、ユーザーに販売される。販売価格は、PE系フィルム再生ペレットの場合で65～70円/kgであり、この価格は一般の再生ポリエチレンペレットの価格(70～80円/kg程度)と比較しても安価で、かつ、再生ポリエチレンに匹敵する物性を得られるため、一般的な再生樹脂原料と競合しても十分競争力があると期待される。また、樹脂および相溶化剤の配合を変えることで、硬質にも軟質にも自由に物性をコントロールできるため、今後、幅広い用途に向けた再生ペレット販売が見込まれている。

※この金額は目安であり、実際には、各工場によって排出規模や希望する条件等に差があるため、金額、輸送を含めたフィルム引き取りの条件については応相談となる。また、廃材排出量の多い工場の場合、輸送等の労力を減らすために工場内に専用設備を設置することも検討可能である。

図表3●少量の水で洗浄可能



今後、食品工場から出る同様の積層樹脂フィルム廃材へも拡大していこうとしている。

フィルム製造・印刷や製袋時に出る汚れの少ない積層樹脂フィルム廃材と違って、食品工場からの積層樹脂フィルム廃材には、原料袋や充填不良品など、いったん食品に触れ残さが付着したフィルムが多く含まれているのが特徴である。こういった、廃棄するしか方法のない厄介者の有機性残さの付着したフィルムにも、特殊な洗浄機によ

って有機性残さを除去するプロセスを加えることで、積層樹脂フィルム・リサイクル技術によって再生原料としてマテリアル・リサイクルする可能性が開かれつつある。

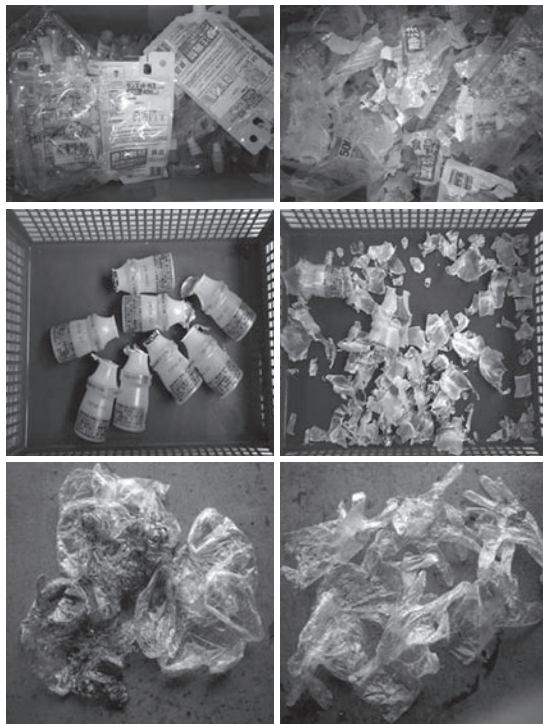
このシステムで使用するのは図表3の洗浄機である。同機は、2005年6月の発売後、食品工場への納入実績も多く、その高い性能には食品工場からの信頼が寄せられている。また、これまで一般的

再生ペレットの用途

再生ペレットの用途としては、建材、物流資材の原料が挙げられる。特にこの用途については、現在各業種の大手メーカー、プラスチック成型業者等数社と共同し、製品開発、および製品要求物性に合わせたコンパウンド技術の開発を進めている。並行して、今後は現在再生プラスチック原料を用いて生産されている製品の代替原料として幅広い分野に販売を行っていく予定である。

全国には大手～中堅メーカーだけで約300の印刷工場があるといわれているが、それら各工場から平均して20～30トン/月間の積層樹脂フィルムが廃棄されているとすると、全国では一月に6000～9000トンものリサイクル可能なフィルムが廃棄されている計算となり、潜在的な市場規模は相当大きいと予想される。今後、積層樹脂フィルム・リサイクル・システムを全国へ普及させていくには、再生ペレットのさらなる用途開発、および用途に応じたコンパウンド技術の確立による、大量の再生ペレットの販路確保が急務となっている。

図表4●洗浄前(左)、洗浄後の廃プラ



食品工場廃棄物リサイクルへの応用

さて現在、積層樹脂フィルム・リサイクル・システムでリサイクル対象としているのは、フィルム印刷・加工工場から出る廃材のみとしているが、

であった水で洗浄するタイプの洗浄機とは全く違い、高速回転と摩擦力によって汚れを除去するという、全く新しい方式の洗浄機である。洗浄可能な対象物はフィルム類、ポリ袋類、ヨーグルトカップなどのプラ容器から、紙パックにまで及ぶ。

図表4は、同機によって洗浄したフィルムの洗浄前、洗浄後の写真である。比較してみると付着していた汚れがすっかり落ち、フィルムの地色がしつかり確認できるようになっているのがよく分かる。

それ以外の特徴としては、まず洗浄に必要な水の少なさが挙げられる。汚れを浮かして取りやすくするために若干の水を使用するものの、使用量は1時間20ℓ程度とごく少量なのが特徴で、水で洗うタイプの洗浄機と比べ水道料金を格段に安くできるという利点がある。次に、洗浄時間の短さも特徴である。フィルムの投入から洗浄の完了までに必要な時間は約2秒と非常に短い。一時間あたりの洗浄能力は平均300kg/時間、フィルムの種類によっては400kg/時間にも達し、大量の残さ付きフィルムの発生にも十分に対応が可能である。

また、機械の操作が容易で簡単な説明を受ければ誰にでも操作ができるため、専用の人員の教育・

訓練等がいらぬ点や、運転の際に必要な人員も1人で十分である等の利点があり、マテリアルリサイクルの導入により余計な人員をフィルムの洗浄に当てることができない食品工場にとっても、導入を検討しやすいのが特徴である。また、調味料や食品の充填不良品など中身が入っている品については、別売で専用分別機が用意されており、まず分別機によって中身と容器を分離後洗浄することで、汚れを大幅に除去することができる。

すでにプロジェクト委員会のメンバーのプラスチック再生業者が、この洗浄機で洗浄済みの食品包装フィルムに相溶化剤を添加し再生プラスチック原料化するトライアルを行っており、良好な結果を得ている。今後のさらなる研究やトライアルの必要性はまだ残されているものの、相溶化技術を利用した積層樹脂フィルム・リサイクル・システムと、高機能洗浄機・分別機の使用を組み合わせることによって可能になる「有機性残渣付き積層樹脂フィルム・リサイクル」は将来的に、食品工場の廃棄物処分費削減、ひいてはゼロ・エミッション達成を目指していくための有望な方法の一つと考えることができそうである。