

技術解説

廃発泡スチロールからの発泡性ビーズの製造

素材開発部 西元研了

1. 発泡ポリスチレンの種類と用途

一般的に発泡スチロールと呼ばれる発泡ポリスチレンは、衝撃吸収性、断熱性、耐水性、吸音性などの優れた特性を持ち、さまざまな形状に成形されて梱包材や食品容器、建材などに広く使用されています。発泡ポリスチレンはポリスチレン(PS)に発泡剤としてブタンなどの低級炭化水素を吸収させた発泡性ビーズを発泡成形したものの(EPS)と、押出機を用いてPSと発泡剤を溶融混合し板状の発泡成形品としたものに大別されず。前者は主に家電用緩衝材、水産用魚箱等の包装資材として、後者のうち発泡させた熱成形用材料シート(PSP)はトレーに代表される食品容器などに、押出ボード(XPS)は断熱材、畳床などの建材に利用されています。これらの発泡ポリスチレンの生産量はEPS、PSP、XPSで約3:2:1の割合になっています。

2. リサイクルの現状

これらの発泡ポリスチレンは一般の廃プラスチックに比べ分別が比較的容易で、発生源が分散していないことからリサイクルに適した素材と言えます。現在、業界団体、成形加工メーカー、再商品化事業者などによる回収・処理のシステムが整備されつつあります。PSPを材料とする食品トレーについては、すでにメーカーによって再び食品トレーへの再生も行われ国内出荷量の1割程度が回収トレーを原料の一部にしたものになっており、今後さらにその割合が増加するものと考えられます。一方、ビーズ法発泡ポリスチレン(EPS)の1999年の生産量は212千トンで、これから輸出製品包装材と耐久消費財用を除いた国内流通量は182千トンです。これらの使用済みEPSは45%が廃棄処分(埋立29.9%、焼却15.1%)され、33.2%がマテリアルリサイクル、21.8%が発電付

き焼却などでサーマルリサイクルされています。マテリアルリサイクルの6割はインゴット化して輸出するもので、2割が再生PSペレット、1割強が軽量充填材としての粉碎品へのリサイクルとなっています²⁾。

3. 加熱減容と溶剤減容

使用済みEPSのリサイクルでは、まず保管場所の確保、再生処理工場までの輸送コスト低減のために、機械的な圧縮、摩擦熱や外部加熱による熱収縮、有機溶剤を使った溶解などの方法で減容処理されます。加熱減容ではEPS業界が発足させた発泡スチロール再資源化協会が会員企業の約140ヶ所に減容機を設置しEPSをインゴット化する処理を行っています。一方、溶剤減容は、各種有機溶剤による多数の方式があります。PSを溶解する溶剤には、芳香族系炭化水素類、脂肪族系ハロゲン化炭化水素類、芳香族系ハロゲン化炭化水素類などの多種の有機溶剤があり、溶剤減容法での減容剤として用いられています。ソニーのリモネンやスタイロジャパンの二塩基酸エステルなどが代表的です。減容物は再生処理工場に運ばれ、減容剤を含んだ減容物から減容剤を除去し、ポリスチレン樹脂を回収し、主に再生PSペレットに再商品化されています。

EPSにリサイクルするためには、その成形材料である発泡性ビーズへ再商品化する必要がありますが、これにはさらにPSペレットに発泡剤をオートクレープ含浸したり、押出機での圧入、混合を行う必要があります。このためEPSをもう一度EPSに戻す技術は、家電製品などの緩衝材の一部に採用されているものもありますが、コスト面の課題が大きく普及を妨げているのが現状です。

そこで当センターでは、使用済みEPSからよ

り低コストで高品質な再生発泡性ビーズを製造することを目標に、EPS 溶剤減容物に対して溶剤抽出と発泡剤含浸を行う方法について検討を行いました。

4. 溶剤減容物に対する発泡剤含浸処理

EPS 溶剤減容物を、発泡剤に常温で浸漬処理したときの減容剤と発泡剤の含有量の変化を図1に示します。

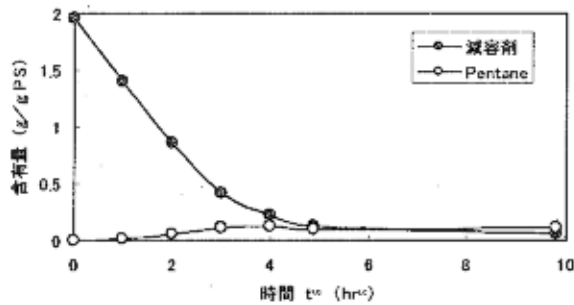


図1 減容剤の抽出と発泡剤の含浸挙動

EPS を減容剤中に投入し溶解させた減容物を、発泡剤であるペンタンに 23℃で規定時間浸漬処理し、取り出して室温で大気中に1日放置したのちのペンタンと減容剤の含有量を測定したものです。減容物中の減容剤はペンタンに抽出され減少し、発泡剤が含浸されています。通常 PS への発泡剤含浸処理は、樹脂を加熱軟化させて、発泡剤を浸透拡散していますが、このように減容剤で膨潤し粘稠物となった樹脂へは、常温でも発泡剤含浸が可能です。

さらに粒径1mm程度のビーズ状に加工したものを水蒸気加熱で発泡させ、良好な発泡性を示すことを確認しました。これらのことから図2に示すような再生発泡性ビーズの製造についての新しい手法が考えられます。

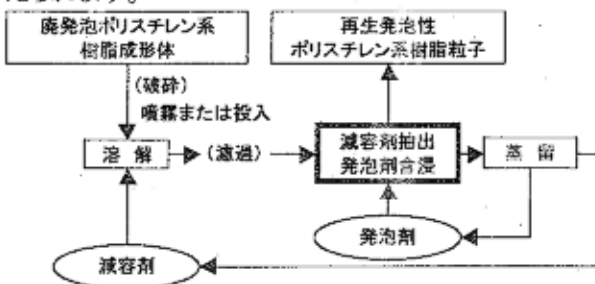


図2 再生発泡性樹脂粒子の製造方法

5. 減容剤の選定

この手法の特徴は樹脂の軟化温度以下の穏和な条件で発泡剤の含浸を行うことです。種々の EPS 溶剤減容物について、常温での含浸処理と発泡性試験を行って、数種の溶剤減容物から発泡性ビーズを調製できることが確認でき、この手法で利用可能な減容剤の範囲を溶解度パラメータで記述することができました。

発泡剤含浸の機構を考えると、発泡剤が樹脂に含浸される間、比較的緩慢に抽出され樹脂を膨潤状態に保つ溶剤であることが必要です。

6. 循環型リサイクルシステムの提案

現在使用済み EPS のマテリアルリサイクルは、主に日用雑貨等の PS 製品への再商品化ですが、この手法を用いることで再び元の EPS への再生を可能にする新たな循環型リサイクルシステムを提案できます。

まず廃棄された EPS または成形工場での端材等を減容剤で収縮させます。次に減容物から減容剤の抽出と発泡剤の含浸処理を行い発泡性ビーズとします。これを成形工場ですべて発泡、発泡成形という工程を経て EPS 製品に再生します。さらに発泡性ビーズ製造工程の廃液は、発泡剤と減容剤に分離され、それぞれ再利用されます。このようにして樹脂、減容剤、発泡剤の3つの材料が循環するリサイクルシステムです。

7. おわりに

当センターでは、この新規な再生発泡性ビーズの製造方法について、本年3月に特許出願を行いました。今後はさらに各種処理条件の確立、処理工程の最適化、再生品の品質向上についての研究を行い、この廃棄物を元の材料に再生する理想的な循環型リサイクルシステムの実用化を目指す計画です。

参考文献

- 1) 影山輝幸: "実用プラスチック成形加工事典", 産業調査会 (1997) p.643
- 2) 発泡スチロール再資源化協会: JEPSRA INFORMATION '2000 (2000)