

発泡スチロールのリサイクル

— 溶剤減容物からの発泡性ビーズの調製 —

素材開発部 ○西元研了, 仮屋園広幸, 濱石和人

1. はじめに

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る。発泡ポリスチレンはポリスチレンにブタンなどの低級炭化水素を発泡剤として吸収させた発泡性ビーズを成形用原料として発泡成形したものと、押出機を用いてポリスチレンと発泡剤を熔融混合し板状の発泡成形品としたものに大別される。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はトレーに代表される食品容器などに、押出ボードは断熱材、畳床などの建材として利用される。

これらの発泡ポリスチレンは分別が比較的容易であることからリサイクルに適した素材と言え、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る。押出法シート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の原料への再生が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る。一方、ビーズ法発泡ポリスチレン(EPS)では、EPSをもう一度EPSに戻す技術について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るが、コスト面の課題が大きく普及を妨げている。

そこで本研究では、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った。

2. 溶剤減容物に対する発泡剤含浸処理

使用済みEPSのリサイクルでは、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減容処理が行われる。減容化の方法としては機械的な圧縮、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がある。ポリスチレン樹脂を溶解する溶剤として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る。再生処理工場では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、主に再生ペレットとして再商品化している。発泡性ビーズを得るためにはさらに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る。今回の研究では、溶剤減容物に対して直接発泡剤の含浸処理を行うことを試みた。

基礎実験として、ある減容剤での減容物を、発泡剤であるペンタンに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に示す。

40倍発泡のEPSをその質量の2倍量

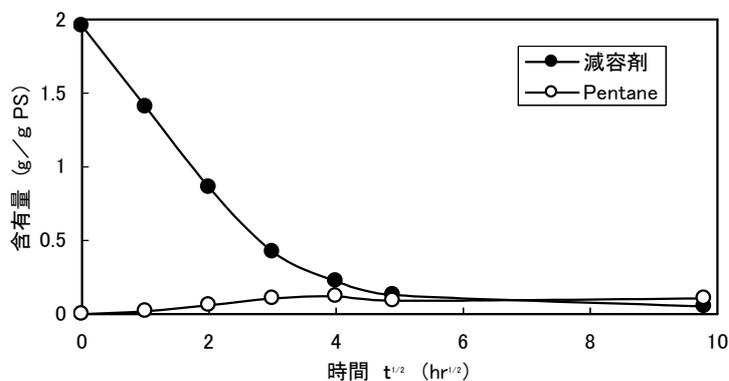


図1 減容剤の抽出と発泡剤の含浸挙動

の減容剤中に投入し溶解させた減容物1.5 g を発泡剤であるペンタン50 mL に23℃で規定時間浸漬処理し、さらに減容物を23℃で24時間放置したのちのペンタンと減容剤の含有量を測定した。減容物中の減容剤はペンタンに抽出され減少し、発泡剤が含浸される。この実験条件では16時間浸漬で樹脂中の発泡剤濃度はほぼ平衡に達した。

通常ポリスチレンへの発泡剤含浸処理は樹脂の軟化温度以上の加熱を行い、発泡剤を樹脂に浸透拡散させているが、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あることがわかった。さらにこの手法を用い、粒径1 mm 程度の粒状に加工したものの水蒸気加熱による発泡性試験を行い、良好な発泡性を示すことを確認した。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る。

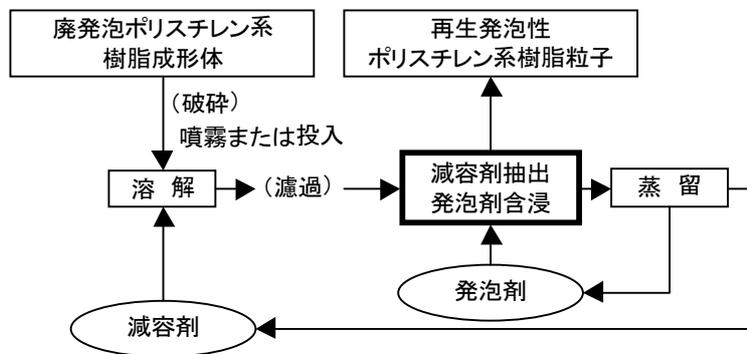


図2 再生発泡性樹脂粒子の製造方法

3. 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ある。ポリスチレン樹脂に溶解性を示す種々溶剤で減容物を調製し、常温での含浸処理を試み、その発泡性試験を行った。その結果、数種の溶剤減容物から良好な発泡性を示す発泡性ビーズを調製できることを確認できた。またさらに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あると思われる。

4. 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、主に日用雑貨等のポリスチレン製品への再商品化であるが、今回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る。

まず使用後に廃棄されたEPSまたは成形工場での端材や不良品等を減容剤で収縮させる。発泡性ビーズを製造する工程で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する。再生発泡性ビーズは成形工場において予備発泡、発泡成形という工程を経てEPS製品に再生される。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、発泡剤は減容物の浸漬処理に、減容剤はEPSの溶剤減容のための溶剤として再利用される。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ある。

5. おわりに

今回の手法の特徴は以下のようにまとめられる。

- (1) 従来の技術に比べ工程が簡単で、熱エネルギーが節約でき、再生材の低コスト化が期待できる。
- (2) 減容化から発泡性ビーズの製造までの過程で加熱操作がなく、樹脂の劣化が少ない高品質の再生材を提供できる。
- (3) 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を構築できる。

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、実用化を目指す計画である。