

ビニループプロセス

VinyLoop® Process



環境事業推進部ビニループ事業室
星野 孝
Takashi Hoshino
技術開発本部
プロセス技術開発部新規プロセス室
井出 昇 明
Shoaki Ide
(工学博士)

ビニループプロセスはSolvay社（ベルギーの化学メーカ）により開発された塩ビ系廃棄物のマテリアルリサイクル技術である。当社は日本における独占パートナーとして塩ビリサイクル事業およびプラント販売に関する業務提携をおこない、2005年度の事業化を目指して廃棄物の回収、再生品販売のためのマーケティング活動および再生品の製造技術ならびに品質評価技術の開発、そしてプラント設計を推進している。

The Vinyloop® Process, licensed by Solvay SA (Belgium) is a mechanical recycling process for used polyvinyl chloride (PVC). It enables PVC to be separated from PVC-based wastes including cables, Noubi sheets, wall-paper discards, through dissolution using solvent. The regenerated PVC (R-PVC) has almost the same properties as virgin PVC and can be applied to various uses. Toward the start of the business in 2005, effort is concentrated to collection of wastes, marketing of R-PVC, development of the manufacturing and quality evaluation technologies and plant designing.

Key Words :

ビニループプロセス
ポリ塩化ビニール
リサイクル

Vinyloop process
Polyvinyl chloride (PVC)
Recycling

まえがき

ポリ塩化ビニール（以下、PVC）はその卓越した物性のバランスにより建設資材、電線被覆材、各種パイプなど多くの用途に適用されてきたが、焼却時のダイオキシン発生問題を契機にPVCリサイクルが大きな社会問題となっている。現在、PVC処理は一部のリサイクル品を除き大部分は依然として焼却および埋立て処分に頼っている。しかしながら、設備の腐食問題や処分場の枯渇問題を背景に廃棄物を原料として再利用するマテリアルリサイクルが重要な処理技術として期待されている。

ビニループプロセスは欧州においてもっとも期待

されているマテリアルリサイクル技術であり、すでにSolvay社ではイタリア フェラーラ市に商業機の運転を開始しており、使用済み電線からの再生品をトンネル遮水板、ガーデンホース用インナーチューブ等への適用に成功している。

本報告では、ビニループプロセスの概要と特長および日本国内での事業化を目的に推進している農業用ビニールシート（以下、農ビと略記）および壁紙工場端材（以下、壁紙と略記）を中心に塩ビ系廃棄物およびそれらの再生処理品の特性評価および市場開拓の現状を報告する。

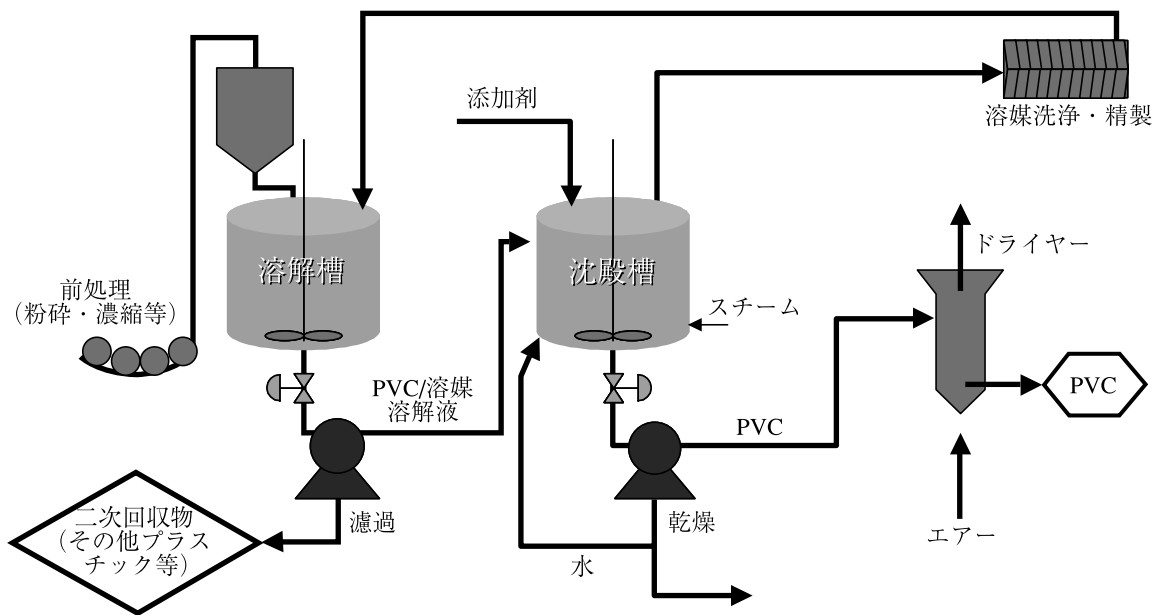


図1 ビニループプロセス

1. ビニループプロセスの概要と特長

図1に本プロセスの処理フローを示す。本プロセスは(1)前処理工程、(2)溶解工程、(3)分離工程、そして(4)沈殿・回収工程の4つの工程から成り立っている。前処理工程では、塩ビ系混合廃棄物を適当な大きさに粉碎する。溶解工程では塩ビ(可塑剤、安定剤等を含む)を選択的に溶解する溶剤をもちいて、塩ビのみを溶解させ、不溶なその他成分と分離する。沈殿工程では、溶剤中に溶解した塩ビ溶液からスチーム・ストリップング操作により溶剤を蒸発させ、塩ビを粒状に固化沈殿させ回収する。溶剤回収工程では、蒸発させた溶剤を冷却凝集させ、溶解工程で循環再利用する。

本処理技術の特長は以下のとおりである。

- ① ほとんどの塩ビ系混合廃棄物から塩ビを分離し、マテリアルリサイクルを実現できる。
- ② 回収された塩ビは、バージン材とくらべ物性的に遜色がなく再利用が可能である。
- ③ 可塑剤や安定剤等の添加剤も塩ビとともに溶出するため、再利用する場合に可塑剤や安定剤の添加量を低減できる。
- ④ 塩ビ回収工程において、必要に応じて可塑剤や安定剤など添加剤を投入して成分調整することも可能である。

これまでに本処理技術をもちいて所定の再生品がえられた使用済み塩ビ系廃棄物としては、農ビ、電線被覆材、自動車ワイヤーハーネス、壁紙、床材、

表1 農業用ビニルシートおよび壁紙の原料組成

配合組成	農業用ビニルシート (部)	壁紙 (部)
PVC	100	100
可塑剤	45	50
安定剤	2	2
CaCO ₃	0	100
TiO ₂	0	10
(合計)	(147)	(262)

雨樋、自動車内装品(レザーシートなど)、冷蔵庫用パッキング、ターボリン、ASR、管・継手、長靴、プラスチックサッシ、マーキングフィルム、ビニルホース、ビニルテープなどが挙げられる。

2. 原料ソースとプロセスへの適用性

現在、日本国内の特殊性を考慮してもっとも可能性の高い原料ソースとして使用済農ビ、壁紙工場端材そして使用済み電線被覆材を検討している。使用済み電線被覆材からの再生品の特性に関しては、2003年8月に電線総合技術センター(JECTEC)との共同研究報告書の形で発表されており、以下では農ビと壁紙について説明する。

原料段階での農ビと壁紙の配合組成を表1に示す。農ビはPVCのほか可塑剤および安定剤を含むが、壁紙はこれらの添加剤のほかに炭酸カルシウムや酸化チタン等の無機フィラーを含む。農ビ再生品は次項の物性評価結果より電線ケーブルをはじめ床材、各種シート材、ビニルホース等多くの用途での適用可能性を見出し、また壁紙は農ビとの混合処理により重合度制御による成形性の改良や物性制御などが

可能であり、同様用途への適用が期待される。

農ビについては、すでに一部はリサイクルされているが、多くは不良品（硬化が進んだり農ポリと混合されたりして再利用困難と判断されたもの）として焼却または埋立て処分されている。本不良品が再

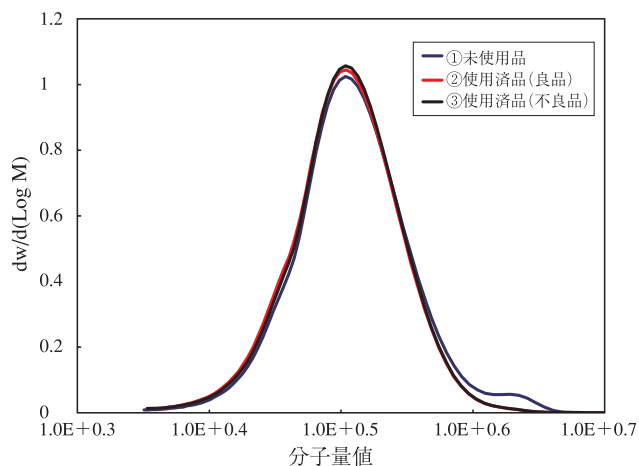


図2 GPC法による未使用および使用済み農業用ビニールシートの分子量（重合度）の評価結果

生品として使用可能か否かを調査する目的で、製品物性を支配する分子量（重合度）について未使用品および使用済み品について分析した結果を図2に示す。塩ビの分子量は使用条件にかかわらず分子量低下は認められていない。本結果より、農ビリサイクルは原料ソースを現行リサイクル品のみならず埋立て処理品に至るまで幅広く確保できることが確認された。

3. 農ビ再生品の基本特性

表2に使用済み農ビからえられた再生品の基本特性を示す。再生品は、重合度1300を持つPVCであり、含水率、残留溶剂量、可塑剤、安定剤濃度など塩ビコンパウンドとしての基本要件を満たしており、そのまま使用可能である。特筆すべき点は、表3に示すように、引張強度および破断伸びがバージン品と差異が無い点であり、本結果は物性面においてはバージン品と同様な製品設計が可能であることを示している。ただし、使用期間に応じて安定剤の消耗が認められるため、成型法によっては加工前の追加添加が必要である。

表2 農業用ビニールシート再生品の基本特性

項目	単位	特性
密度	kg/dm ³	1.25
かさ密度	kg/dm ³	0.57
平均粒径	μm	250
水分含有率	%	<0.1
溶剤含有率	ppm	<1.0
可塑剤含有率	%	28
重合度	—	1300
硬度	—	85
引張特性：		
破断強度	MPa	23
伸び率	%	320
熱安定性 (コンゴーレッド@180℃)	H	1.4

表3 再生品とバージン塩ビ樹脂との特性比較

配合(部)		特性	農業用ビニールシート R-PVC	バージン PVC
R-PVC	140	引張特性： 破断強度 (MPa) 伸び率 (%)	23 318	25 347
PVC	100			
可塑剤	0 (R-PVC) 40 (PVC)			
安定剤 A	2			
安定剤 B	2			
R-PVC	139	引張特性： 破断強度 (MPa) 伸び率 (%)	18 325	20 344
PVC	100			
可塑剤	11 (R-PVC) 50 (PVC)			
安定剤	4			
CaCO ₃	20			

表4 電線被覆シースへの適用検討結果

試験項目		単位	試験規格	農業用ビニールシート R-PVC	規格	判定
引張	強度	MPa	JIS K6723	17.5	> 11.8	○
	伸び率			325	> 200	○
加熱老化 100℃×120h	強度残率	%	JIS K6723	95	> 90	○
	伸び残率	%		98	> 70	○
熱安定性 (コンゴレッド@180℃)		H	JIS K6723	4	> 2	○
脆化温度		℃	JIS K6723	-23	< -15	○
体積抵抗率	30℃	Ω・cm	JIS K6723	2.7×10 ¹¹	—	—
	60℃	Ω・cm		1.6×10 ¹⁰	—	—
耐油性 70℃×4h	強度残率	%	JIS K6723	91	> 85	○
	伸び残率	%		87	> 75	○
比重		—	JIS K7112	1.31	—	—
硬度		—	JIS K6253	84	—	—

注) 基本配合: R-PVC 100部, 可塑剤 39部 (R-PVC 中) + 添加 11部, CaCO₃ 20部, 安定剤 4部
 ロール条件: 150℃×20回転×5分, プレス条件: 180℃×50kg/cm²×5分

4. 各種用途への適用検討

上記基本特性評価結果をもとに、電線被覆シース、床材、一般シート材、ビニールホースなど農ビ再生品の適用検討をユーザの協力もえながら進めている。一例として電線被覆シースへの適用検討の結果を表4に示す。JIS規格に記載のいずれの試験項目をも満足しており、農ビ再生品が電線被覆シース材として要求される物性面でまったく問題ないことを示している。今後、外観評価や加工性評価についてユーザサイドで評価を仰ぎながら実用化を目指す。

むすび

本事業は、千葉県中央・西部エコタウン指定地域を工場建設候補地とし環境省のエコタウン補助申請

を視野に入れた検討が進んでいる。主要な処理対象廃棄物としては使用済み農ビを年間13 000トン、壁紙工場からの端材が同8 000トン、使用済み電線被覆材が同5 000トンで、これら廃棄物から再生塩ビとして年間18 000トン进行回収する計画である。事業化の最終判断は本年10月を予定しており、計画どおりに進めば2005年末には日本で初めての溶剤法による塩ビリサイクル工場が稼動することになる。

[参考文献]

- 1) 後藤和彦ほか, (社) 電線総合技術センター「ビニーループプロセスの電線被覆材への適用可能性調査」(2003)