

# ロスフィルムを熱劣化なく原料化する ペレット再生装置の開発

株式会社 マルヤス

代表取締役 野村 俊夫

(株)マルヤス 専務取締役	野村 まりん
(株)マルヤス 統括本部長	曾根 浩二
(株)マルヤス 技術部 チームリーダー	半田 英二

## はじめに

プラスチックフィルム・シートの製造現場では、生産工程上必ず「耳ロス」と呼ばれる端材が発生し、その量は生産量の5～10%に及ぶ（図1）。

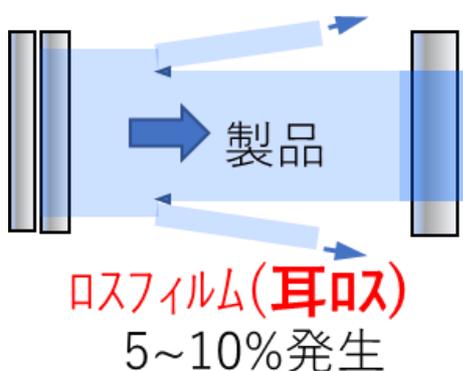


図1 ロスフィルム(耳ロス)の発生

耳ロスは従来、廃棄処理または溶融型リペレッターによる再生が一般的であったが、廃棄はコストとCO<sub>2</sub>排出に問題があり、溶融再生は熱劣化や異物混入によって高品質な再生材を得ることが難しく、フィルム製造工程に悪影響を及ぼすリスクがあった。

特に10～20 $\mu$ mの薄肉フィルムでは、わずかな黒点や黄変でも品質に影響するため、再生材には高い純度と品質が求められる。近年は原料

循環や脱炭素の観点から、耳ロスを発生源で高品質に再生し、そのまま製造ラインへ戻したいというニーズが高まっていた。

こうした背景から、当社は耳ロスを非加熱で再生し、バージン原料（新品の樹脂材料）と同等品質で循環利用できる技術開発に取り組んだ。

## 開発のねらい

耳ロスを製造ラインへ戻すためには、再生ペレットに求められる「純度」「混合性」を確保するとともに、再生工程そのものを生産工程に組み込む「インライン化」を実現する必要がある。しかし、従来の再生方式では、溶融押出法は熱劣化が避けられず、圧縮法や粉碎法ではペレット形状が不均一となるため、バージン原料と混合した際に分離しやすいという課題があった。また、製造現場で深刻化する人手不足の観点から、耳ロスの発生から再生、原料投入までを連続して行える仕組みが求められていた。

そこで、当社は非加熱で純度を保ちながら、通常ペレットと同等の形状と密度を実現できる再生方式として「ねじり圧縮法」に着目した。フィルムをねじり・延伸・圧縮する複合工程を組み合わせることで、従来両立が困難であった純度と混合性の両方を満足し、インライン運転にも適した再生原料の製造方法の確立を目指した。

## 装置の概要

本装置は、耳ロスを非加熱で高純度に再生する「ecoペレ GP-2」（図2、以下 GP2 と記載）と、難素材に対応するためにヒーターユニット機構を備えた「ecoペレ GP-3」（図3、以下 GP3 と記載）の2種類で構成される。



図2 ecoペレGP-2

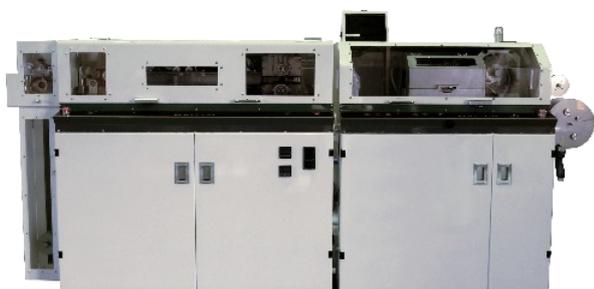


図3 ecoペレGP-3

本装置を構成する主要な要素技術は、以下のとおりである。

- ①非加熱再生方式(ねじり圧縮法)
- ②高回転下で圧縮力を維持するカウンターウエイト機構
- ③難素材対応のヒーターユニット機構(GP3 に搭載)

これらの技術により、多種多様なロスフィルムを対象として、高品質な再生ペレットの安定製造を実現している。

## 技術上の特徴

本装置の技術上の特徴は、耳ロスを非加熱で高純度のまま再生しつつ、バージン原料と同等形状のペレットを安定して得るために構築した独自の再生プロセスにある。主要な特徴を以下に示す。

- 1. 非加熱再生方式(ねじり圧縮法)による高純度・高混合性の実現

ねじり圧縮法は、フィルム状の耳ロスを連続的に処理し、バージン原料と同等の形状と密度を持つペレットに成形するための独自方式である。本方式は、①ねじり、②延伸、③圧縮、④カットの4工程で構成される（図4）。

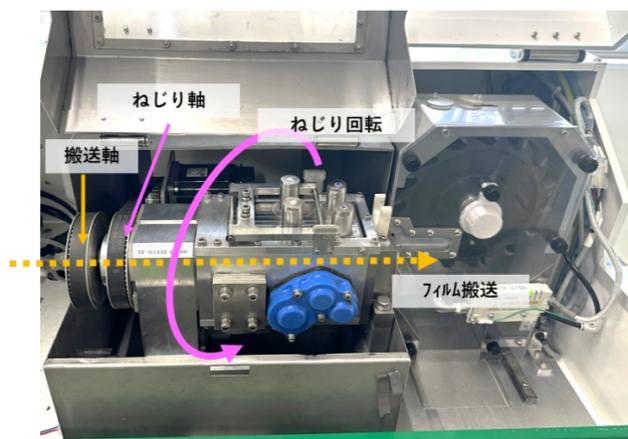


図4 ねじり圧縮機構+カッター機構

- ①ねじり工程

複数のフィルムを、雑巾を絞るようにねじりながら円筒状の紐状にまとめる工程である。ねじることによってフィルム同士が密着し、後工程の延伸・圧縮処理を安定して行える形状に整えられる。また、材料に与えられる“ねじり”は最終的なペレット形状にも影響し、丸みを帯びた粒状に仕上がるため、バージン原料との混合性向上にも寄与する。

- ②延伸工程

速度差を持つ二つのピンチローラーによって紐状の材料を強制的に引き延ばす工程である。引き延ばされることで材料の断面積が縮小し、より締まった状態に整えられる。この締まりによって

後工程での固着が安定し、最終的に密度が高く形状が揃ったペレットを得ることができる(図5)。

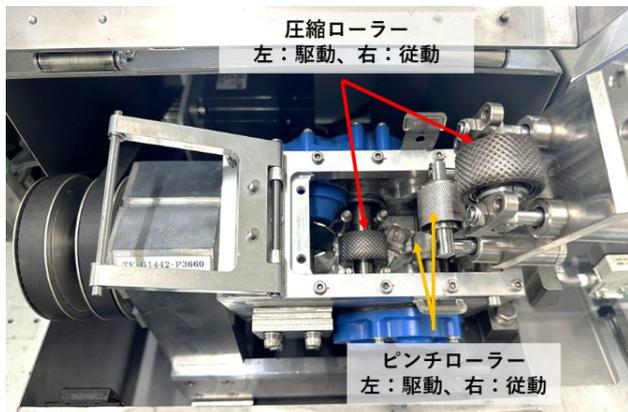


図5 蓋を開けた状態のねじり圧縮機構

### ③圧縮・固着工程

延伸された材料を凹凸形状の圧縮ローラーで押しつけ、フィルム同士を密着させて一体化する工程である。材料は熱履歴を受けずに固着することが可能なため、黄変や劣化を生じず、品質を保持したまま成形できる。

### ④カット工程

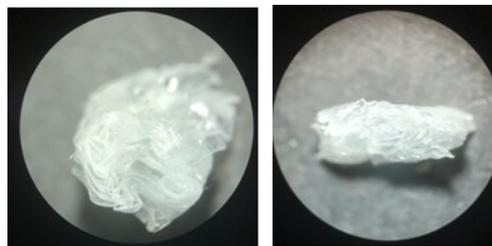
固着したフィルム束を回転刃で切断する工程である。①～③の工程により材料が十分に締まっているため、密度の高いペレットが得られ、丸みを帯びた均一な形状となり、混合時に分離せず、バージン原料との混合性が高い。

## 2. 高回転下で圧縮力を維持するカウンターウエイト機構

高密度なペレットを得るためには、ねじり工程における回転数を増やすことが有効である。しかし、圧縮ローラーは回転体内部に配置され、バネ力によって材料を押しつける構造であるため、回転数が上がると遠心力がバネの押圧方向とは逆向きに働き、ローラーを外側へ引き離そうとする。その結果、押圧力が低下し、十分な固着が得られなくなるという問題が生じる。つまり、「高密度化には回転数を上げたい」が、「回転により圧縮力が失われる」という相反する課題が存在していた。

この問題を解決するため、圧縮部にカウンターウエイト機構を採用した。カウンターウエイト

は、回転によって発生する遠心力を逆に利用して圧縮ローラーへの加圧力として働かせる構造である。これにより、回転数が増加しても圧縮荷重が低下せず、バネ力を上回る押圧力を得られるため、常に適正な固着状態が維持される(図6)。



左:カウンターウエイトなし、右:カウンターウエイトあり

### 図6 カウンターウエイトの効果

その結果、回転数増加による高密度化と圧縮力低下防止を両立できるようになり、常に適正な固着状態を保ちながら、密度と品質の安定したペレットを製造可能となった。

## 3. 難素材対応のヒーターユニット機構

PET、フッ素樹脂、多層フィルム、不織布などの高性能・特殊素材は、非加熱方式のみでは固着が得られず、GP2に搭載された従来のねじり圧縮法だけでは再生が困難であった。GP3では、これらの素材を溶融させることなく芯部まで適切に軟化させる熱制御が求められた。

本機構は、フィルムの進行方向に沿って温風を吹き付け、材料内部まで熱を通すヒーター管路と、加熱されたフィルムを押し広げて厚みを均一化する圧延ローラーの二段構成である。

遠赤外線のような表面加熱では軟化しにくい素材でも、熱風が内部へ浸透することでフィルム全体が均一に軟化し、後工程のねじり・延伸・圧縮が安定して行える(図7)。

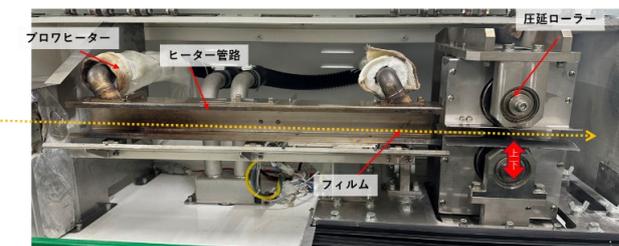


図7 ヒーターユニット

また、限られた装置寸法の中で必要な熱量を確実に伝えるため、圧延ローラーには加熱ムラを抑えつつ効率よく熱を伝える設計が施されている。軟化直後にねじりを与えることで、短い処理距離でも芯部まで伝熱した状態のまま後段へ送り出せる点も特徴である（図8）。

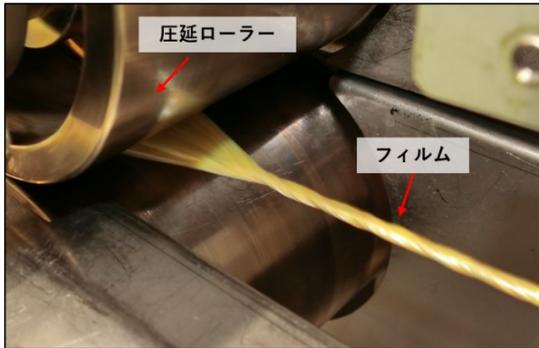


図8 圧延ローラーとフィルム

## 実用上の効果

本装置は、耳ロスを再生したペレットをそのまま押出機へ供給できるインライン運転を実現する。これにより、耳ロスの回収・保管・運搬といった付帯作業が不要となり、省力化・省人化を実現する。再生材投入時の安定性が向上することで押出機の計量・供給が安定し、生産ライン全体の稼働率向上と管理負荷の低減にも繋がる。再生材を安定的に循環供給できるため、新規原料の使用量を削減でき、原料費および運用コストの抑制に直接的な効果をもたらす。

環境面では、耳ロスを焼却処分せず再生・循環利用することで、焼却由来のCO<sub>2</sub>排出量を直接削減できると共に、再生材の利用によりバージン原料の製造に伴うCO<sub>2</sub>排出の抑制にも繋がる。押出量 85kg/h、トリミング割合 8%、稼働日 240 日の条件では、焼却回避によって年間約 170t-CO<sub>2</sub>、また熔融型再生装置に対し本装置は消費電力が低いため、装置運転によるCO<sub>2</sub>排出量を年間約 89t-CO<sub>2</sub>削減でき、合計で1ラインあたり年間約 259t-CO<sub>2</sub>の削減が見込まれる。

本装置の適用素材が拡大したことにより、従来は再生できず焼却処理等に回されていた高機

能素材についても、熱劣化を生じさせることなく再生材として循環利用できるようになった。その結果、再生可能範囲が大きく広がることで外部処理量を減らすことができ、工場内で再利用できる体制の構築を後押しする。廃棄物削減・CO<sub>2</sub>排出抑制・再生材活用率向上を同時に進められる点は、本装置の大きな波及効果である。

## 知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

①日本国特許第 7004373 号

名称:再生樹脂ペレット製造方法とその装置

概要:ロスフィルムの軟化温度で予備加熱する機構

②日本国特許第 7670352 号

名称:撚り紐製造装置および再生ペレット製造装置

概要:生産性を高めるために回転圧縮部の回転速度を上げて品質劣化の問題が生じることのない再生ペレット製造装置

## むすび

本装置は耳ロスの発生源で再生を行うことにより、材料ロスの削減、再生材活用による原料使用量の最適化、ならびにCO<sub>2</sub>排出量の抑制に寄与する再資源化技術である。

国内では 2023 年に約 215 万トンのプラスチックフィルム・シートが生産され、製造工程上必ず発生する耳ロスは一般に 5～10%である。これらをより多く再生材として循環させていくことが今後の重要な課題であり、本装置はその解決策となることを目指して開発した。

本装置で採用した方式や要素技術は、耳ロス再生という特定用途に対して最適化されたものであるが、今後も処理対象素材や運転条件の多様化に応じた技術改良を継続し、より持続性の高い材料循環の実現に貢献していきたい。