

助成事業結果報告概要書

助成事業名称：廃ペットボトルを飲料用ボトルにリサイクルする技術

助成事業者名：内海企画株式会社

1. 技術開発担当社・照会先

総括責任者 内海 正顕 代表取締役
照会先 大阪市中央区内本町 1 - 2 - 1 5
 メンズファッションビル 3階
 内海企画株式会社
 Tel. 06 - 4791 - 5555
 Fax. 06 - 4791 - 5556

主任研究者 黒田 幸隆 取締役 技術開発部長
照会先 大阪府泉南市樽井 8 - 2 - 5
 内海企画(株) 泉南工場
 Tel. 0724 - 85 - 0089
 Fax. 0724 - 80 - 2389

2. 技術開発の目的と開発内容

(1) 技術開発の目的

容器包装リサイクル法により自治体が回収したペットボトルを原料として再びペットボトルを製造するために品質を向上させる要素技術と製造システムに係るリサイクル技術を開発する。

(2) 技術開発の内容

1) 洗浄粉碎工程におけるラベルの分離除去技術の開発

(A) 再生に不適合なボトル類を分別除去後、粗く粉碎してから風力選別をする。従来は1段風力選別方式であったが、ラベル除去率を下げずにPET収率を上げる為に従来の風力選別装置の前に新たな風力選別装置-1を導入し、次工程(湿式洗浄粉碎機)へ持ち越されるラベルが殆ど混入しないようにした。

一方、PETの収率を少し犠牲にして、除去するラベル成分中にPET成分を少し排出するように選別条件を調整すれば更にラベル除去を強化できる。

経済性を採るか或いは品質を採るか或いはその中間を取るかといった品質方針の違いにより風力選別の運転条件が若干異なってくる。

(B) 更にラベル除去を強化する為に、洗浄粉碎工程の最終段階にも風力選別機-3を増設してラベル除去の徹底を図った。

(C) この3段方式により粉碎フレーク(PET製品)とラベルの選別精度が飛躍的に向上し、結果としてフレーク収率が従来法にくらべて10%程度向上した。

ラベルを除去できる装置は風力選別機以外にハイドロサイクロン(2ヶ所有り)を含めると全部で5段階となり、製品中のラベル混入率は大幅に低下して

平均的には約70ppm程度になった。

2) 固相重合技術

・固相重合装置の導入によって回収PETの重合度(尺度はIV値)を上げることにより、再度ボトル成形用途として使用可能にする。

粉碎薄片を固相重合することにより、速い速度でIVが上がるのが特長である。フローの概要は次のとおりである。

洗浄フレークのサイロ貯蔵 → 固相重合缶(20 M³)に投入 → 真空下にて加熱処理(220 × 8hr) → 冷却 → 振動篩 → 製品サイロに貯蔵

写真 - 1 . 運転中の固相重合反応缶



写真 - 2 . 真空ポンプ



・本技術開発方式はボトルフレークをそのまま固相重合する、重合は真空バッチ方式を採用する。

大容量の真空ポンプで反応缶内部を5 torr以下に減圧する。

また反応缶は外部に熱媒ジャケットを有し、熱媒を循環してフレーク（内温）を 220 に加熱する。

ペレットの場合は 0.63 より 0.85 に IV を上げるためには 12 時間かかるが、フレークの場合は 8 時間程度で反応終了の見込みである。

更にもう一つの利点は真空下で反応させるため、フレークに含まれている揮発性成分は非常に蒸発しやすく系外に排出できることである。

このようにフレークの真空下での固相重合法は重合時間が短縮できることとフレークに付着しないしは吸蔵されている揮発性成分を除去しやすい特長を持っている。

揮発性成分が除去できることが食品衛生上のリスクを大幅に軽減できることを意味すると考えられる。

3) ボトルの射出成形技術

固相重合フレークを射出成形機に投入 プリフォームを製造 延伸ブローにより最終ボトルを製造

ボトルの射出成形技術そのものには特別の新規性はないが、要は高い IV のペレットフレークを製造し、これを原料としてボトルを製造するので食品衛生性が高まることが重要な点であると考えられる。

3. 廃棄物処理技術開発の成果

3.1 ラベル除去設備の増強（風力選別機の増設）

1) ラベルの風力選別機の 2 段化（H13.8）

従来、乾式祖粉碎機のあとで「風力選別機 2」にてラベルを分離除去していたが、分離精度を上げるためと PET の収率向上の 2 つを目的として、「風力選別機 1」を追加して 2 段化した。

2) 最終ラベル除去機の追加設置（H13.10）

2 段化に加えて、更にラベル除去を強化する目的で製品取り直前の最終段にも「風力選別機 3」を追加設置した。

3) 増強前後のラベル混入率の実績

2 段化と最終段風力選別機の増強により次の結果を得た。

イ) PET の収率は 約 9 % 向上した。

ロ) 製品フレークの中のラベル混入率： 157 ppm 66 ppm に改善された。

	集計期間	項目	ラベル混入率 ppm
増強 前	H13/1 ~ 8	平均値	156.6
増強 後	H13/10 ~ H14/2	平均値	66.4

4) フレークに残存する融点の低いラベルが多いと、固相重合温度で融けてしまい缶の内壁への融着やブロッキングの原因となる。それを防止するためにラベル混入率は低いほうが好ましく、別の技術的観点からさらにラベルを除去する技術及び設備を検討していきたい。

3.2 固相重合装置の試運転

1) 固相重合装置の概要

回分式反応缶容積 = 20 m³，熱媒ジャケット付（加熱&冷却）

付属設備：真空ポンプ，ダストセパレータ，振動篩，貫流式熱媒ボイラー

2) 試運転結果

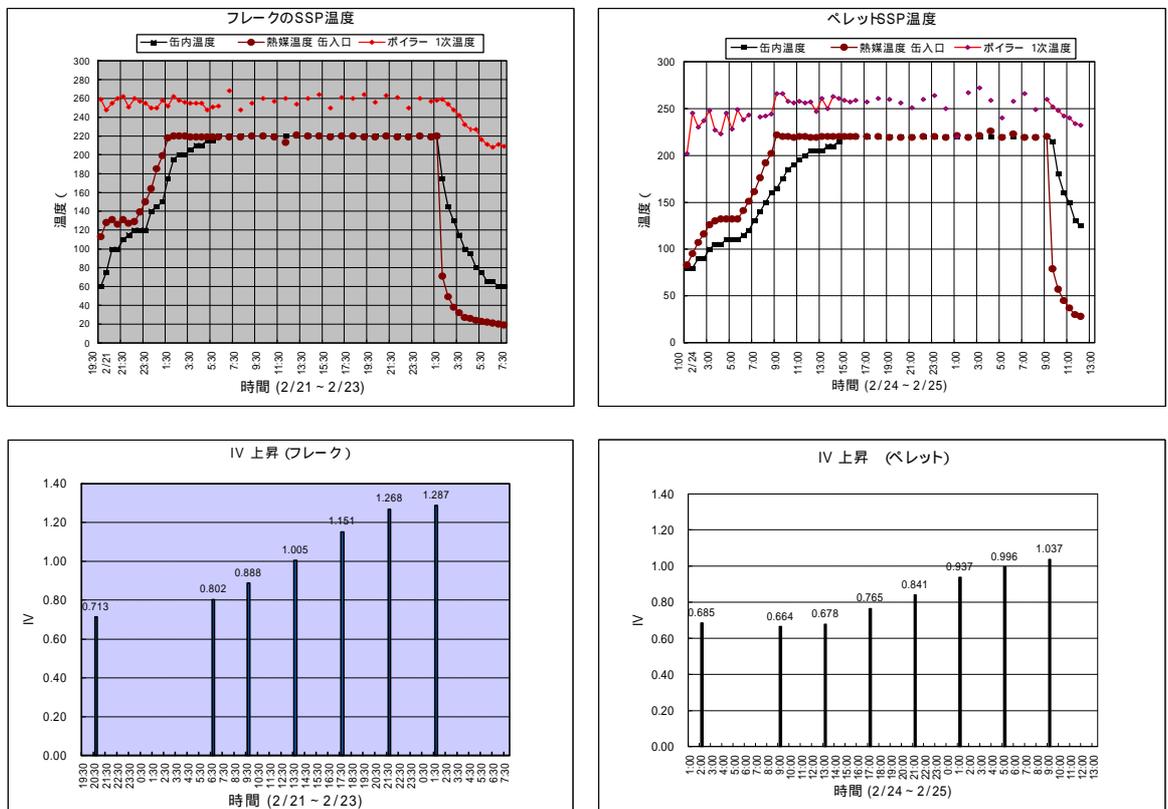
- ・仕込み試運転開始 2002年 2月 21日より開始
- ・使用原料：ボトル洗浄フレーク 及び バージンペレット
- ・昇温パターン，反応時間，IV上昇：図1.参照
- ・真空関係は到達真空度及び排気速度ともに良好であった。
- ・昇温速度(加熱能力)

80 から220 に到達するのに設計段階では8hrsを見込んでいたが，実際は計画値より長かった。熱媒温度の調整で設計値を達成見込み。

- ・IV上昇速度とIV到達度

IV上昇速度はフレークのほうがペレットよりも約1.5倍速いこと，IVの到達度もフレークのほうがペレットよりも高く24hrsで1.4まで上昇すると推察される。

図1. 固相重合温度パターンとIV上昇グラフ(左側：フレーク，右側：ペレット)



3.3 回収ボトル粉碎品から再生PETボトルへの成形

- ・通常のフレークを原料にして，射出成形機でプリフォームを成形し，それを延伸ブローしてPETボトルを試作した。
プリフォームの成形，延伸ブローの各条件はバージンレジンから出発する場合と全く同じ条件で問題なく試作できた。
- ・成形加工性には問題なかったが，再生ボトルの色調は黄色味が強く，バージン樹脂から得たボトルとは明らかに差があり，品位の面で劣った。
ボトルでも問題のない分野の用途や超高IVを活用する用途にも展開していきたい。