

ポリオレフィン複合樹脂に係わる再生システムの開発

ICEET - 大治田研究室 (ロンビック株)

主任研究者 山越淳弘

研究員 安部宗成

研究補助員 増田光司

作業員 岡本紘一

開発期間 2002～2004年度

要約

ポリオレフィン複合樹脂の一種、ポリプロピレン複合材の生産開始時に発生する塊状樹脂等を再度原料として使用可能にするための技術開発として、塊状樹脂の採取・保管方法の違いによる諸物性変化を追跡し、最適な再生処理手法の方向性を一部見出した。

さらに、ポリオレフィン複合樹脂の物性低下回避が可能な粉碎機、洗浄脱水機、および二軸押出機を選定・導入し、廃棄樹脂再生系列として完成させた。

1. 技術開発の目標

本技術開発は、ポリオレフィン（以下POと略）複合樹脂規格外品を可能な限り再生利用に供することを目的とする。なお、ここでの規格外品とは、当該複合樹脂生産開始時に発生する塊状樹脂（図1）紐状樹脂（図2）製品規格を満たさぬ粒状樹脂、および集塵機から回収される混合粉体の総称である。

現在、上記規格外品は、一部低級用途への使用を除けば大方廃棄処理されている模様である。また廃棄処理の手法としては、樹脂については焼却処理が、粉体については埋設処理が、それぞれ一般的とされている。

PO複合樹脂が焼却されることで、下記の問題が挙げられる。

- (イ) 二酸化炭素が発生し、これが近年の地球温暖化を招いている。
- (ロ) 再生品に置換し得る量のニート原料を用いた生産が依然行われており、これがPO複合樹脂生産に係わる全消費エネルギー節約の足枷となっている。

また、集塵機回収粉体の埋設は、その種類によっては土壤汚染の誘因となる。



図1 塊状樹脂



図2 紐状樹脂

これらの問題を最小限に食い止め、ポリエチレン（以下PEと略）コンパウンド等原料化への技術的難度が高いものを除いた大凡80%を再度原料として使用可能にすることを、本研究の最終目標とした。

規格外品の再生利用手法としては、下記の2通りが考えられる。

(イ) 再生処理後、既存系列での生産時に配合する（狭義の原料化）。

(ロ) 再生処理後、外部の加工メーカー及び複合樹脂メーカーで再生原料として配合する。

上記(イ)は外部不処・自己完結型であるが、元用途への使用となり顧客が提示する規格を満たすための技術的難度は高いと察する。他方、上記(ロ)は一旦規格外品を外部に出すこととなるが、それでも規格外品のライフは最低1回延び、その分廃棄処理量は削減可能である。従って、上記二通りの再生利用能否検討を並行して実施することとした。但しこれは、廃棄樹脂再生系列設置の都合上、次年度以降の実施とした。本年度は、下記2項目につき実施した。

(イ) 規格外品の品質確認

(ロ) 廃棄樹脂再生系列設置、及びそのための主要機器選定

2. 平成14年度実施内容及び結果

(1) 規格外品の品質確認

対象とした規格外品の樹脂及び形状は、以下の通りである。

(イ) 樹脂；高流動性ポリプロピレン（以下PPと略）複合材

(ロ) 形状；塊状樹脂（図3のB）

図3に示した当該材生産系列に於いて、排出される規格外品をA～Dで示した。

塊状樹脂は、生産開始時に二軸混練押出機のダイス先端から排出される（AとB）。この中で、先端を閉めた後に排出される塊状樹脂Bは、より品質が安定したものと目される。

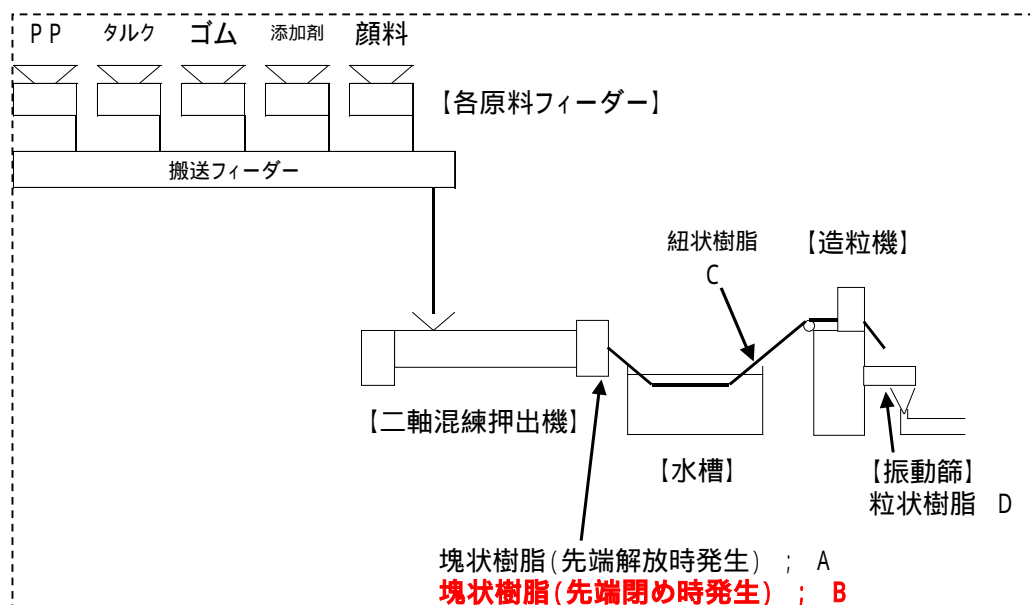


図3 高流動性PP複合材生産系列

塊状樹脂を異なる条件で採取・冷却して得た粉碎物の品質確認を行い、次工程での作業性に優れかつ再生処理過程での劣化を最小限に食い止められる条件の模索を実施した。

図4に示す如く、厚みの異なる受け箱を製作しこれに塊状樹脂を採取した。厚みが小さいほど粉碎時の発熱は少なく劣化度も小さいと考えられ、他方厚みが大きいほど粉碎時の作業性は良好になると察せられた。

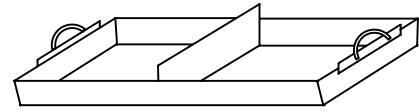
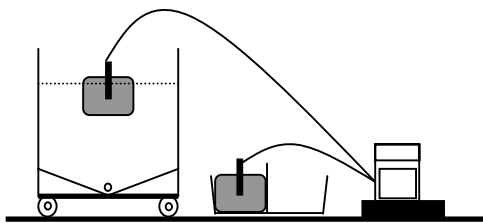


図4 塊状樹脂採取用受け箱
縦30センチ、横60センチ
厚み；5，10，15センチ

さらに採取後の冷却条件としては、水冷及び空冷の2通りを実施した。塊状樹脂を水冷することで、冷却効率を上げ、熱劣化を抑止できると考えられた。

これに対し、空冷は粉碎時の機器防錆作業を軽減し得る点で作業性に優れる。なお、冷却度の把握は、図5の如く温度計を用い、センサーの先端を塊状樹脂の略中央部に差し込み、その部分の温度変化を追跡することで行った。



冷却水槽 受け箱 温度記録計

図5 塊状樹脂の冷却方法
(左；水冷、右；空冷)

温度変化の結果を図6に示す。厚み5センチの塊状樹脂においては、略全温度測定時間で、水冷の方が速く冷却された(図6左)。これに対し、厚み10センチでは温度測定開始後60分までは空冷の方が速く冷却された。この傾向は、厚みが15センチの場合より顕著であった(図6右)。

この現象は、塊状樹脂が放熱することで、近傍の水温が上昇し、気温以上となり熱移動が抑制されたものと考えられる。因みに、水

冷法でも絶えず水槽に水を流し続けた場合は、上述如き逆転現象は生じなかった。

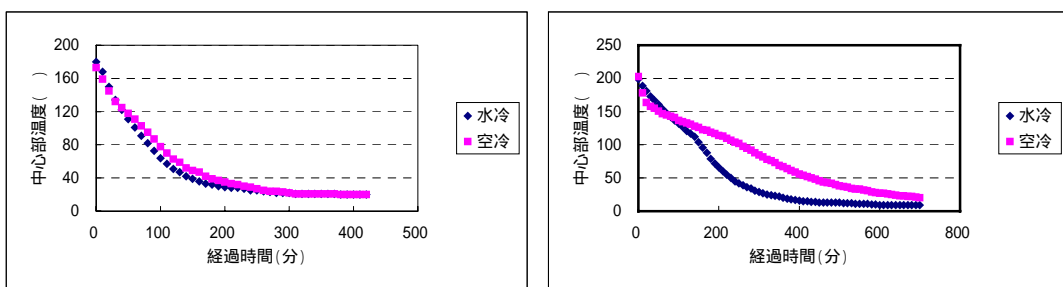


図6 塊状樹脂中心部の温度変化追跡(左；厚み5センチ、右；厚み15センチ)

次に、上述の採取・冷却方法で得た各々の塊状樹脂のうち、最も熱履歴を有する温度測定した中心部を切り取り粉碎処理し、得られた粉碎物の品質確認を行った。結果を表1に示す。

表 1 塊状樹脂粉砕物の品質確認結果

塊状樹脂厚み(セ/フ)		5		10		15		(比較)
塊状樹脂の冷却法		空冷	水冷	空冷	水冷	空冷	水冷	正規品
MFR(g/10分)		40.5	40.8	39.8	39.2	40.6	41.3	41.0
灰分(%)		20.5	22.0	20.0	19.5	19.6	20.2	20.5
GPC	Mn(*10 ⁴)	2.23	2.15	2.35	2.44	2.36	2.33	2.37
	Mw(*10 ⁵)	1.18	1.15	1.09	1.18	1.23	1.18	1.21
	Q	5.27	5.33	4.62	4.84	5.21	5.08	5.09

いずれの粉砕物も、高流動性PP複合材正規品に比し顕著な品質の劣化はみられなかった。即ち、塊状樹脂の長時間の徐冷(空冷の場合)や、粉砕での摩擦による熱劣化は殆ど生じていないことが判明した。

以上の結果から、今後、高流動性PP複合材生産時に発生する塊状樹脂の原料化にあたっては、新規に設置する粉砕機的能力および粉砕時の作業性を踏まえ、塊状樹脂を厚み15センチの受け箱に採取し、空気中で冷却することを基本とした。

(2) 主要機器導入及び廃棄樹脂再生系列設置

系列設置にあたり、主要機器となる粉砕機、洗浄脱水機及び押出機の導入選定を行った。前提としては、概ね300kg/時間の処理が可能であること、とした。

粉砕機は、粉砕処理後の解体清掃・防錆作業が簡単な乾式一軸型とした。導入テストで用いた粉砕機の仕様概略は、モーター容量37kw、パンチングプレート径8ミリであった。結果を表2に示す。重量10kg(厚み150ミリ)以上では過負荷で運転不可となったが、それ以外は粉砕可能であった。従って、導入に際してはモーター容量を上げることとした。

表 2 各種供試樹脂の粉砕機運転状況

供試樹脂	形状	重量(kg)	塊状樹脂の厚み範囲(ミリ)	粉砕の可否	粉砕物粒径(ミリ)	備考
高流動性PP複合材	塊状	5.2	50前後	×	4~8	
		7.3	100前後		4~8	
		10.9	>150			
	紐状	3.9	-		8~12	
		5.1	-		8~12	
PO系軟質	塊状	7.1	100~150		4~8	
PE系タルクMB	塊状	3.4	<50		4~8	やや微粉末多し
		4.8	50前後		4~8	
		5.7	>50		4~8	

押出機は、粉碎物の熱劣化を抑制するための弱混練から、高濃度に粉体を配合した樹脂を安定に造粒するための強混練まで、幅広い混練が可能な二軸押出機を導入することとした。図7に、高流動性PP複合材を2回まで押出造粒した際のMFR変化を示す。弱混練スクリーを用いることにより、熱履歴を重ねても熱劣化を極力抑えることが可能となった。

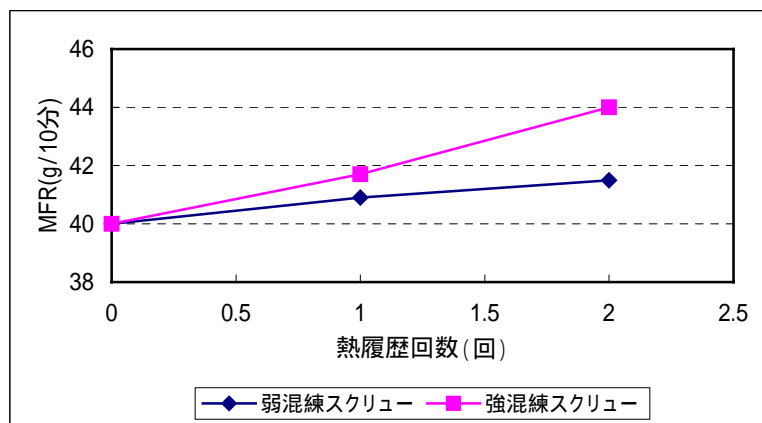


図7 異なるスクリー形状での熱履歴回数に伴う、熱劣化度合の違い
 (押出機口径; 47ミリ、 L/D; 52.5、
 スクリュー回転数; 600rpm、 押出量; 300kg/時間 にてテスト)

また、集塵機回収粉体と樹脂との混合においてはスクリー形状、スクリー回転数及び各シリンダー設定温度を最適化することにより、粉体重量比率最大50%までは押出量300kg/時間での安定造粒が可能であることが判明した。

以上のテスト結果を踏まえ、廃棄樹脂再生系列として研究室内に設置することとした。図8及び図9に、前処理及び後処理工程のプロセスフローを示す。

粉碎機の設置にあたっては、騒音・振動を回避すべく防音室及び地下ピットを設けた。また、洗浄脱水機は湿式洗浄法により粉碎物に付着したコンタミが除去され、遠心分離法で付着水が除去できる構造とした。粉碎物は、これら機器間をプロアーで空送される。

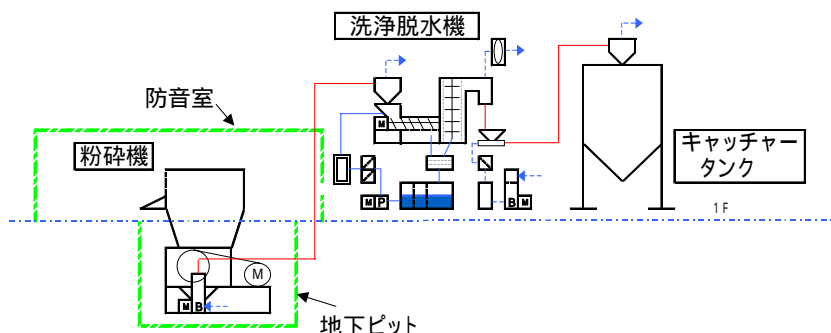


図8 廃棄樹脂再生系列・前処理工程プロセスフロー

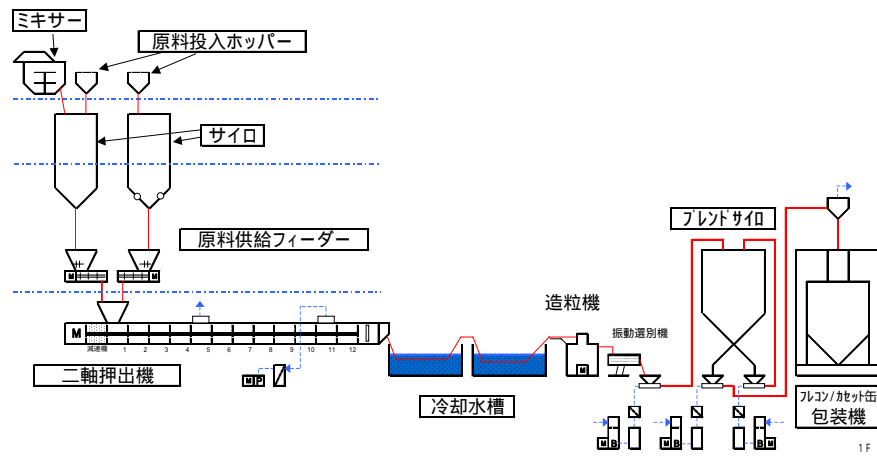


図9 廃棄樹脂再生系列・後処理工程プロセスフロー

後処理工程については、二軸押出機の上流に原料供給フィーダーを2台設置し、各々粉砕物フィード用、粉体フィード用とした。これは、大量の粉体を樹脂（粉砕物及び粒状樹脂）と混練する際の偏析を抑止するためである。また、二軸押出機の下流側にはブレンドサイロを設け造粒物の均質化が行えるようにした。さらにその下流側には、原料化検討等で数百kgもの再生処理品を要する場合に備え、包装機を設置した。

廃棄樹脂再生系列設置後に試運転を実施した結果を以下に記す。

- (イ) 前処理工程；厚みが最大150ミリまでの塊状樹脂は問題無く粉砕され、かつキャッチャータンクから得られた粉砕物は略水分が除去されていた。また、要領良く粉砕機への投入作業を行えば、300kg/時間以上の処理も可能となった。
- (ロ) 後処理工程；粉砕物は最大350kg/時間、粒状樹脂は最大400kg/時間、それぞれ安定造粒が可能であった。これ以上押出量を上げることは原料フィーダーの能力がネックとなり不可能であったが、当初目的とした処理量は達成した。

以上により、廃棄樹脂の原料化検討を円滑に行っていくための系列が完成した。

3. 今後の予定

導入した廃棄樹脂再生系列を用いて、P O系複合樹脂規格外品の原料化技術検討を実施する。今般の検討結果から、P P複合材規格外品は原料化の確度は比較的高いと目されるが、これをさらに高めるには顧客の理解及び承認が不可欠となる。これらを獲得すべく、原料化可能な旨の技術データを取得していくことが主たる課題である。

また上記と並行して、P P複合材以外の規格外品を加工メーカー及び複合樹脂メーカーで再生原料として使用可能にするための再生処理技術開発を実施する。そのためには、上記外部顧客に当研究室の存在・機能を知らしめ、顧客の要求性能を把握し、これを満足するような再生処理検討を取り進めていくことがもう一つの課題である。

以上