

1-12 連続式水平移動床廃プラスチック油化プラントの実用化開発 (5)

(産総研) ○石原由美子*・小寺洋一・加茂徹・(高分解研)黒木 健

廃プラスチック油化プラントを開発するさい、残渣収率(主として炭化物収率)が処理能力と油分回収率に決定的に影響する。残渣問題(コーキング問題)の解決が最重要になる。本研究は、廃プラスチック油化反応における炭化物生成の抑制、制御条件について検討した。

1. 緒言

廃プラスチック油化プラントを開発するにあたり、最も重視すべき事項は油化処理コスト、処理能力、油分回収率である。油化処理コストは処理能力により、処理能力は油分回収率で決まる。処理能力と油分回収率に決定的に影響するのが残渣収率(主として炭化物収率)である。それゆえ、この残渣問題(コーキング問題)は廃プラスチック油化の宿命と称されている¹⁾。著者らは、このコーキング問題を解決するために、炭化物の生成条件および炭化物生成反応機構について基礎研究を行ってきた。その成果は、最近開発された新型式の水平移動床反応器のデザイン・設計に応用された。本発表は、炭化物生成の抑制、制御条件について検討したものである。

2. 実験方法

実験装置および方法は前報のポリスチレン(PS)の実験と同様である²⁾。

3. 結果と考察

3-1. プラスチックの分子構造と残渣収率

残渣(主として炭化物)の収率は反応器構造と反応条件によって決まるが、プラスチックの分子構造もとくに影響する。表1はプラスチックの構造と残渣の収率関係を比較したものである³⁾。装置はバッチ式縦型タンクリアクターで、単位時間当たりの処理能力は23kg/hである。表1に明らかなように、PE、PP、PSの中でPSの残渣収率は突出的に高く、およそ8.6wt%である。分解生成物の全成分が芳香族であるPS分解物は最も速く炭化することを示す。

表1 縦型タンクリアクター(油化装置)による物質収支³⁾

プラスチックの種類	温度(°C)	油分回収率(wt%)	残渣収率(wt%)
ポリスチレン (PS)	350 ~ 390	88.0	8.6
ポリプロピレン (PP)	370 ~ 400	90.2	0.3
ポリエチレン (PE)	410 ~ 430	86.8	1.7
混合物 (PS : PE = 1 : 1)	370 ~ 430	88.7	7.1

3-2. 各種実用油化プラントの残渣収率

表2は各種油化プラントの残渣収率と参考のために反応環境の異なるオートクレーブの実験結果を示した。

上記反応の原料はすべてPSである(表2)。横型タンクリアクター(210kg/h)による残渣収率はおよそ14.0wt%であり、縦型タンクリアクターの約2倍である。同じ縦型タンクリアクターでも23kg/hの小型では8.6wt%であった。小規模処理にもかかわらず、残渣収率が高い。横型タンクリアクターは連続式流通装置であり、分解ガスによる強制的系外排除が行われるのに対し、小型の縦型タンクリアクター(バッチ式プラント)は反応器内気相部が所定圧に達した後、自生圧力で

排出される。従って、その系内滞留時間は長くなる。この分解ガスの系内滞留時間の影響を検討するために参考としてオートクレーブの結果を示した(表2)。この反応器は生成ガスを反応器内に密閉し、系外排出は禁止されるので、その収率は26.8wt%であった⁷⁾。この結果の示すように、PS分解生成物の系内滞留時間が長くなると、分解生成物の炭化反応が促進される。

表2 各種油化プラントの処理能力と残渣収率*

型 式	押出機方式 ⁴⁾	縦型タンクリ アクター ³⁾	縦型タンクリ アクター ⁵⁾	横型タンクリ アクター ⁶⁾	オートクレー ブ ⁷⁾
処理能力 (kg/h)	100	23	100	210	0.8
残渣収率 (wt%)	5 ~ 10	8.6	7.0	14.0	26.8

*試料 : PS

処理能力が実用化レベルになると50~100kg/hであり、タンク内缶液量(溶融ポリマー)は少量反応に比べて膨大である。反応器壁面で生成した分解物は深層缶液の圧力によって系外留出が困難である。高温壁面における分解生成物の滞留時間が長くなり、二次反応により一部は炭化し残渣成分を構成する。深層缶液が深くなれば、それだけ分解生成物は炭化しやすくなる。

3-3. 新形式浅層水平移動床反応器による残渣収率

表3は、水平移動床反応器(KUROKI PROCESS-II)と管式水平移動床反応器(KUROKI PROCESS-6)の各残渣収率、および最近開発中の管式反応器⁸⁾の結果である。2種の移動床反応器は反応器上面に分解ガス留出用の複数個の排気口(ベント)が設置され、反応系内ガスが滞留することなく系外排出する。両者の残渣収率は100kg/hの処理能力で、いずれも1wt%以下、および1~2wt%であった。参考例の管式反応器は少量処理の実験機であるが、生成物の系外除去が容易であるために、残渣収率は著しく低く0.05wt%である。分解生成ガスの急速系外除去を考慮した反応器構造の採用によって、残渣収率が著しく削減できることが明らかである。

表3 新形式水平移動床反応器と残渣収率*

型 式	処理能力 (kg/h)	温 度 (°C)	残渣収率 (wt%)
水平移動床反応器	100	350 ~ 450	1
管式水平移動床反応器	100	350 ~ 450	1 ~ 2
管式反応器 ⁸⁾	10	700 **	0.05

*試料 : PS **ヒーター加熱温度

4. 結 言

廃プラスチック油化プラントの運転において、宿命と言われた残渣問題(コーキング問題)は、分解生成物の急速系外除去により抑制できることが明らかになった。

引用文献

- 1) 新潟プラスチック油化センターの現状、(社)プラスチック処理促進協会、14 (2000)
- 2) 石原、小寺、黒木、FSRJ 第6回討論会予稿原稿、(2003)
- 3) 住金マネジメント・技術資料
- 4) 酒井、高分子学会・高分子崩壊利用討論会要旨集、3 (1973)
- 5) 栗栖、親本、落合、折尾、高分子学会・高分子崩壊利用討論会要旨集、17 (1974)
- 6) 水上、吉岡、津谷、高分子学会・高分子崩壊利用討論会要旨集、15 (1974)
- 7) 佐藤、資源と環境、9、22 (2000)
- 8) 神山、小山、下村、野口、第10回廃棄物学会発表会講演論文集、350 (1999)

* E-mail : ym-ishihara@aist.go.jp、電話/FAX : 029-861-8274