

廃 FCC 触媒を用いる廃プラスチックの連続分解油化プロセスの開発

(北九州市立大学) 芳賀 裕之、谷 春樹、藤元 薫

1. 緒言

最近の原油価格の高騰を受け、自治体や産廃業者、再商品化事業者、農家など多方面から廃プラスチック油化装置を導入したいとの要請が増えている。

プラスチックの油化プロセスは、LCA 的に優れたリサイクル法と考えられているが、通常の熱分解プロセスは他のケミカルリサイクル(高炉・コークス炉原料化プロセス)に比して経済性に劣り普及していない。特に一般系廃プラスチック油化の場合は、生成油の収率及び品質が低く、炉内壁のコーキングや配管の閉塞など技術課題も抱えており、稼動している小型油化装置は極めて少ない。

本研究は使用済みの FCC 触媒を用いることにより従来の熱分解法の欠点を克服しつつ高収率・高品質な分解油を低コストで得ることが可能な小型でシンプルな油化プロセスの開発を目的とした。

2. 廃 FCC 触媒による接触分解特性

反応器のサイズ 108mm × 240mm の横型反応装置(図1)を用いて基礎実験を行なった。横型反応器に使用済 FCC 触媒や脱塩素剤を投入し分解温度まで攪拌しつつ加熱する。分解温度に達した後、原料となる廃プラスチックを投入する。投入された廃プラスチックは熱媒である触媒と接触することで熱の供給を受け、分解しガス化する。

その際、含塩素プラスチックから塩化水素が発生するが、触媒と共に投入されている脱塩素剤が作用してその場で除去するため系外に放出されることがない。

一般系廃プラスチックとして容器包装リサイクル法に基づいて収集されたプラスチックのごみ固形化燃料(RPF)を用いて分解実験を行った。用いた RPF の組成は PE49%、PP28%、PS11%、PVC3%であり、その他紙・金属が9%であった。表1に RPF の分解結果を示す。FCC 触媒を用いると無触媒(砂使用)に比較して分解油の収率が高く、LPG 分、ナフサ分も多く得られた。

図1 横型反応装置

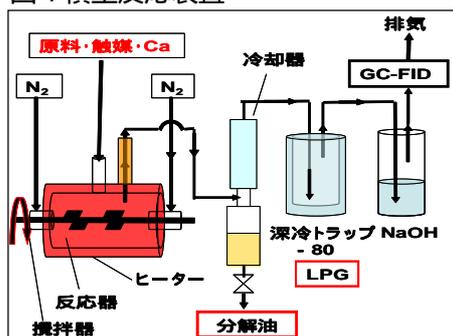


表1 RPF の分解生成物 (%) (430 °C, RPF:100g/h)

充填材	砂	FCC	FCC + Ca(OH) ₂
ガス	3.5	3.2	2.7
LPG	5.5	13.1	12.7
ナフサ	32.5	42.5	45.7
灯油・軽油	23.4	28.4	28.3
重油	10.0	1.5	1.5
残渣	25.5	10.9	9.1
塩素分 / ppm	1,258	680	120

又、無触媒の系で分解油がワックス分を多く含み固形化したのに対し、使用済 FCC 触媒を用いた系ではワックス分がほとんどなく液体の分解油であった。また生成油は芳香族炭化水素(1環)を40~50wt%含有した。塩素分も FCC 触媒と水酸化カルシウムを併用すると無触媒に比べ著しく低い値となった。

3. ベンチプラントでの油化試験

これまでの基礎研究成果を踏まえ、廃プラスチック油化装置の実用化に向けてベンチプラントでの連続処理試験を実施し、本プロセスの経済性評価及び実機エンジニアリングデータの取得、技術課題の抽出など実用化検討を行なった。

3.1 油化装置の概要

ベンチプラントの概要を表2に示し、その外観を図2に示す。

本プラントは廃プラスチック投入装置、接触分解炉、ガス冷却装置及びガスホルダーで構成され、非常にシンプルな機器構成でありコンパクトな装置となっている。

廃プラスチックの破碎・成型品を密閉タイプの貯留ホッパーからスクリーフィーダーにて接触分解炉に連続的に供給する。分解炉内には廃触媒及び脱塩素剤があらかじめ充填されており、上部より投入された廃プラスチックは内部に取り付けられた回転羽根によって充填材と攪拌混合される。分解炉はバーナーにて外部加熱され、内部の充填材は 400～450℃ に維持されている。分解炉から排出した分解ガスは冷却装置で冷却され、分解油として油タンクに回収される。非凝縮ガスはフレアスタックで燃焼処理される。

表2 試験装置の概要

装置サイズ	3000×1000×2000H 炉： 300×1200L
処理能力	5~20 kg/h
廃プラスチック投入方式	スクリーフィーダーによる連続投入
内部の混合方式	攪拌羽根の回転にて触媒と廃プラを混合

図2 試験装置の外観



3.2 油化試験の結果

これまで一般系廃プラスチックの成型品や破碎品、マテリアルリサイクルのくず品等いろいろな廃プラスチックを対象に油化試験を実施し、生成油の品質及び収率を調べると共に最適接触分解条件の把握、実機エンジニアリングデータの取得等に取り組んできた。

(1) 収率

原料である廃プラスチックには PVC,PET,及び紙金属などプラスチック以外のものが含まれているため、PE,PP,PS などの単一プラスチックの場合に比べて収率は低く、油 69%、ガス 18%、残渣 13%となった。

(2) 油品質

初期充填した廃触媒にて油化試験を繰り返したが、ナフサ比率など油成分の変化は見られず、廃触媒の接触分解機能が長期間維持されていることを確認した。又、PVC が数%混入しても、脱塩素剤の効果により油中の塩素濃度は 100ppm 以下に維持することができた。

(3) 運転の安定性

これまで2年間で500時間を越える廃プラスチック油化試験を実施し、大量の廃プラスチックを処理したが、炉内部のコーキング及び配管の閉塞等のトラブルは一切発生せず、残渣も流動性がありプラント休止時に容易に自動排出が可能であった。従来のバッチ式熱分解炉に比較して炉内の温度制御など運転も容易であり、安全性も確保できることが確認された。

4. 経済性評価

本開発の油化プロセスについてマクロな経済性評価を行い、処理量 2~3t/日の小型油化装置でも処理コストは 40~50 円/kg であり、処理委託費を考慮すると充分採算性は確保できる見通しを得た。

5. まとめ

使用済 FCC 触媒を用い、横型反応装置及びベンチプラントによる連続処理試験にて一般系廃プラスチックから高収率で高品質な分解油を得ることができた。脱塩素剤により分解油中の塩素濃度も著しく低減し、実機化の見通しを得た。現在パイロット試験(50kg/h)を継続中であり、今後長期連続試験にて触媒耐久性(再生処理等)が確認できれば、安価な分散型廃プラスチック油化装置の早期実用化が期待できる。