

P-15 廃プラスチック資源化促進のための新技術

(産総研) 小寺洋一*・石原由美子・(高分子分解研) 黒木健

廃プラスチックリサイクルの促進には高処理能力・低エネルギー消費・低コストの処理技術が求められる。廃プラスチックの排出・流通状況を考慮し、次世代廃プラスチック資源化装置の開発コンセプトをもとに開発を進め、処理能力6トン/日、製品としてLPガスないしA重油の代替品、処理コスト50～60円/kgの経済合理性のある小型燃料製造プロセスの見通しを得た。

1. 緒言

廃棄物リサイクルは低いコスト、低エネルギー消費で市場価値の高いリサイクル製品が得られ、経済性が成り立つことが大前提である。廃プラスチックの発生・流通フローや処理処分法を判断する主体者を調査した結果、廃プラスチック資源化を国内で促進する鍵は、廃プラスチックの発生・流通経路にいる事業者の事業環境に合わせ経済合理性のある資源化技術を開発することにあると判断された[ref. 1]。廃プラスチック排出・中間処理量の調査から事業所単位では500～3000t/yが大半である。この現状から、日本ではリサイクル施設の規模は必ずしもスケールメリット追求型の大型施設(6000～14000t/y)を必要とせず、廃プラスチック資源化は建設コストの安価な中小規模で対応できることがわかる。一方、多数の開発例のある200～300t/y規模の装置は採算性確保が困難である。排出流通量からみて排出元企業や廃棄物業者にとって必要性の高い1000～3000t/y規模の中小施設向けの油化技術開発はこれまで等閑に付されてきた。これらの分析をもとに、産総研では非スケールメリット型の新型油化・ガス化プロセス技術開発を行った。本発表では、既報内容を含めて、これまでの成果と今後の商業化見通しについて報告する。

2. 産総研における廃プラスチック資源化技術開発

2-1 廃プラスチック油化装置の設計コンセプト

油化装置の処理能力を1200～2500t/y、産廃系廃プラスチックの処理委託費を40～50円/kgとすると処理コスト50円/kg以下が最低条件である。事業としては回収油の販売代金が収益となる。産廃中間処理業者の平均的収集量を1800t/yとして、250日稼働では7.2t/dとなる。油化プラントの処理能力は300kg/hで対応できることになる。表(1)に廃プラスチック資源化プラントの開発コンセプトをまとめた。

表(1) 廃プラスチック資源化プラントの開発目標

1) 事業主体	廃プラスチック排出事業所や廃棄物中間処理事業者
2) 事業規模	廃プラスチック日量2から8トン
3) 対象プラスチック	容器包装プラスチックおよび産廃系廃プラスチック(ただし汎用プラスチック70%以上含有)。特に、混合廃プラスチック(塩ビ含有の各種熱可塑性樹脂の混合物)
4) 製品	A重油またはLPGの代替燃料
5) 処理コスト	50円/kg以下

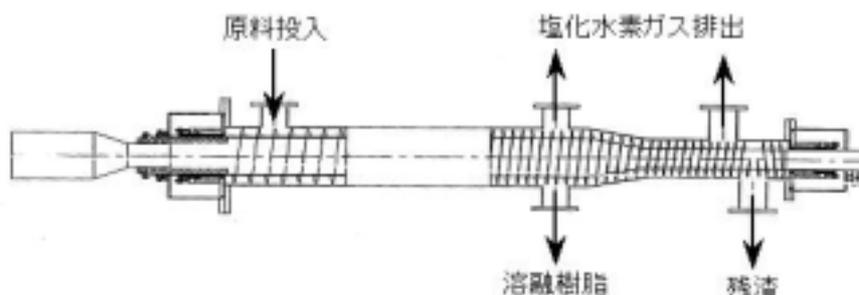
2-2 水平移動床反応器の開発

反応器の選択はプラスチック分解の消費エネルギー量および単位時間当たりの処理量、生成物の性状、プラントコストなどを通じて採算性に本質的な影響を与える。固体から熔融物、液体、気体へと大きな吸熱変化するプラスチックの反応と物性に適した反応器構造を検討した結果、タンク式と射出成形器タイプは不相当と判断された。廃プラスチック油化反応器は、小型、大型に関わらず油化反応過程で多量の炭化物を生成することが知られ、油分回収率の低下、油質劣化等をもたらすことから、炭化物生成の抑制は処理能力の向上とともに大きな課題となっていた[ref. 2]。反応管の肉厚とバーナー配置による伝熱効率と温度分布に留意し、熱分解反応を制御する目的で反応管と内蔵のスクリュウ搬送機などからなる新型式反応器を開発し、水平移動床方式反応器と名付けた。本反応器は、別途実施した炭化物生成反応に関する基礎研究の成果を取込み、またプラスチックの熱分解反応機構の詳細研究をもとに反応機構とその制御のため反応器構造との整合性を重視して設計した[ref. 3]。二軸と一軸スクリュウ併用による

搬送方式で滞留時間が制御されている。反応器は連続式の原料供給として従来のタンク式反応器の3~5倍の処理能力を期待したものである。多量の炭化物を生成することが知られているポリスチレン（PS）を原料として、本反応器と従来型装置（タンク式反応器）を用いた熱分解実験の結果を比較した。炭化物収率はおよそ1/10に減少し、処理能力は約3倍であった。本反応器は伝熱面積を基準として処理能力が設計され、事業規模に応じた処理能力の仕様変更が可能である。また、本反応器はポリエチレン（PE）やポリプロピレン（PP）を対象とした燃料ガス製造に利用することができる。

2-3 PVC含有廃プラスチックの高速・高深度脱塩酸装置の開発

一般に廃プラスチックの燃料化は含有するPVCの塩素の除去が不可欠である。回収した燃料中に塩素化合物が存在すると、その燃焼過程で多量のダイオキシン類が生成し、とくに、脱塩化水素速度は油化処理能力を支配することから、脱塩酸処理装置が重視される。



図(1) 高速・高深度脱塩酸装置概念図

すでにスクリー方式、タンク式等の脱塩酸装置が開発実用化されている。産総研ではこれらとは異なる新型の高速・高深度脱塩酸装置を開発した(図(1))。本装置では従来装置より高温の350で高速脱塩酸を行い、発生する塩化水素による再付加反応を防止する機構を組み入れた脱塩化水素工程でPE、PP、PSを選択的に溶融分離することで高深度高速脱塩化水素を可能にした。

2-4 廃プラスチック燃料化装置の実用化開発

開発した高速・高深度脱塩酸装置および水平移動床方式熱分解反応器を組み合わせ、容リプラスチック対応の燃料化実用装置を設計した。本装置は、茨城県の廃棄物事業者が自社工場に設置して、容リプラスチック対象油化事業のために製作される。装置仕様は表(2)の通りである。

表(2) 容リプラスチック対象油化商業機の装置仕様

油化対象プラスチック	容リプラ(3P含有率70%)
処理能力	150 kg/h (750 t/y)
回収油	A 重油相当品
油分回収率	65~70%

2-5 油化実用装置による混合廃プラスチックの油化リサイクルの経済性試算

産廃系および容リ系混合廃プラスチックからの燃料油製造を実施した場合の経済性試算を行った。処理能力3.6 t/dおよび7.2 t/dにおいて、その処理コストは54.1 円/kg, 44.2 円/kgであった。混合廃プラスチックの場合、処理委託費が40~50 円/kgであるから7.2 t/d処理では収益が得られるが、3.6 t/dでは経済性が失われる。これに対して、容リプラは再商品化(資源化)費用として70~80 円/kgが期待できるので、3.6 t/d処理であっても収益が確保され、7.2 t/dでは高い収益が見込まれる。

まとめ

廃プラスチック油化はエネルギー回収率の高い資源化法とされている。マテリアルリサイクルに不適な塩素を含む混合廃プラスチック資源化を促進するためには、各種企業の廃プラスチックの排出や処理量の分析から1200~2500 t/yの小~中規模の油化プラントが必要と判断し、その技術開発を行った。水平移動床油化プラントと高速・高深度脱塩酸プラントの運転研究結果をもとに、これらの一体化装置を設計し、商業化に着手した。

参考文献

- [1] 日本アクシス、NEDO平成17年度先導調査研究、2006年3月。
- [2] 「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、2000年5月。
- [3] 石原由美子、他、プラスチック化学リサイクル研究会第7回討論会予稿集、p.23-24(2004); Y. Kodera, Y. Ishihara, K. Saido, T. Kuroki, "Reactor design and operation of small-sized liquefaction plants for waste plastics," Feedstock Recycling of Plastics, Ed. by M. Müller-Hagedorn and H. Bockhorn, p.27-34, Universitätsverlag Karlsruhe, 2005.

*y-kodera@aist.go.jp、Tel.029-861-8045