

1-13 水平移動床方式廃プラ分解ベンチプラント によるポリスチレンの接触分解

こでら よういち いしはらゆみこ かもとおる くるきたけし

(産総研) ○小寺洋一*・石原由美子・加茂徹・(高分子分解研) 黒木健

廃プラスチック分解油については、燃料油品質、燃焼ガスの環境負荷への配慮が必要である。ポリスチレン熱分解油では、主成分のスチレンに起因する貯蔵安定性、着色性の問題に加え、他種燃料混焼時の煤塵などが問題となる。プラスチック分解過程での油組成制御の可能性を検討した結果、水平移動床方式廃プラ分解ベンチプラントで、珪砂とシリカアルミナ触媒を使用することにより、ポリスチレンから直接一段で、スチレン含有率 1% 未満の燃料油を得ることであった。

1. 緒言

発泡スチロールや包装プラとして多用されるポリスチレンは他のプラスチックに比べ、夾雑物のほとんどない状態で排出されることが多く、燃料油製造に適している。熱分解油の主成分はスチレンである。分解油は、他種燃料との混合など種々の燃焼条件で使用されるが、その際、発生する煤塵やバーナーターの代表的な原因物質が例えばスチレンなどの芳香族オレフィンである。スチレンは、燃料油性状で重要な貯蔵安定性や着色性にも大きな影響を与えることから、燃料油の品質向上のため、組成を調整する必要がある。

我々は、ポリスチレンを直接、接触分解することでスチレンを含まない、より燃焼性の良い成分に変換するとともに、分解処理効率の高い燃料油製造を行う可能性を検討した。その結果、水平移動床方式廃プラ分解ベンチプラントで、珪砂と市販のシリカアルミナ触媒を使用して、スチレンの含有率が 1% 未満となる条件を明らかにし、ベンチスケールでのポリスチレン分解油の製造を行ったので、報告する。

2. 実験

試料 ポリスチレンは、ペレット状況用グレード品（大日本インキ CR3500）を使用した。珪砂は、研磨剤 5号粒径 (0.2 - 0.4 mm) を用いた。酸性触媒として、触媒化成 シリカアルミナ触媒（アルミナ 26% 含有品、HA）を用いた。

装置 分解反応には水平移動床方式分解装置ベンチプラントを用いた¹⁾。この装置は、試料ホッパーとインバーターモーター制御のスクリュウ搬送機を内蔵した反応管、電気ヒーター、残渣・生成油受器からなる。電気ヒーターは反応管外壁に接する熱電対により温度制御されており、この温度を反応温度として表記している。均熱帯に珪砂が滞在する時間を滞留時間とし、スクリュウの回転数を調節することにより制御が可能である。

実験と分析 ポリスチレンペレット (0.8 kg) と珪砂 (6.8 kg)、触媒を (0.4 kg) を混合し、資料ホッパーに充填した。インバーター制御器付モーターによりスクリュウを回転し、所定の速さで反応器内で試料を移送した。反応器は均熱帯長さ 50cm の電気ヒーターで加熱した。

生成油と珪砂・廃触媒は反応後、残渣受器に落下し、内部の目皿により油分と固形分に分けられる。固形分に付着した油分はトルエン洗浄、乾燥により付着量を計測した。生成油の収率は、油分として回収された重量と固形分付着の生成油重量の合計を投入プラスチック試料重量で割り、算出した。生成油の組成は、キャピラリーカラムを装着したガスクロマトグラフにより分析した。

3. 結果と考察

ポリスチレン接触分解の報告^{2,3)}を参考に、触媒として市販の HA 触媒を用いた。HA 触媒 (0.4 kg)、珪砂 (6.8 kg)、ポリスチレンペレット (0.8 kg) を混合し、水平移動床方式分解装置で分解した。

Fig.1 には、滞留時間 9.7 min、反応管温度 450、500、600 °C で行った接触分解の各種生成物の収率を、600°C での熱分解の生成物収率とともにまとめた。熱分解による生成油の主成分は、スチレン (48 wt%、選択率 56 %) であるのに対して、接触分解による生成油の主成分は、ベンゼンであった。反応管温度

がもっとも低い 450 °C で、高い油収率が得られた。高温では、触媒上でのコーキングが促進されるためであると思われる。高温では、とりわけベンゼンの収率が低下したことから、コーキングの原因物質は、プラスチック自体ではなく、生成したベンゼンが高い温度でコーキング反応を受けたものと推測される。

Fig.2 には、反応管温度を 500 °C、滞留時間を変化させた場合の接触分解の結果をまとめた。500 °C の 4 つの限られたデータからは、滞留時間を長くすると分解が進行し油収率が上がる (24 min) 傾向と滞留時間が長くなるにつれて、ベンゼンの減少と「その他化合物」(■) の増加で全体的にはほとんど変化がない傾向 (5, 6.4, 18.4 min) が観察される。以前行った同型装置によるポリプロピレンの燃料ガス化では、収率は滞留時間とともに増加していること。ガスクロマトグラム上、少量かつ多数のピークが 1~2 環化合物相当の保持時間域に現れることから、「その他化合物」は、滞留時間が延びたことによる各種の二次分解生成物であると考えられる。

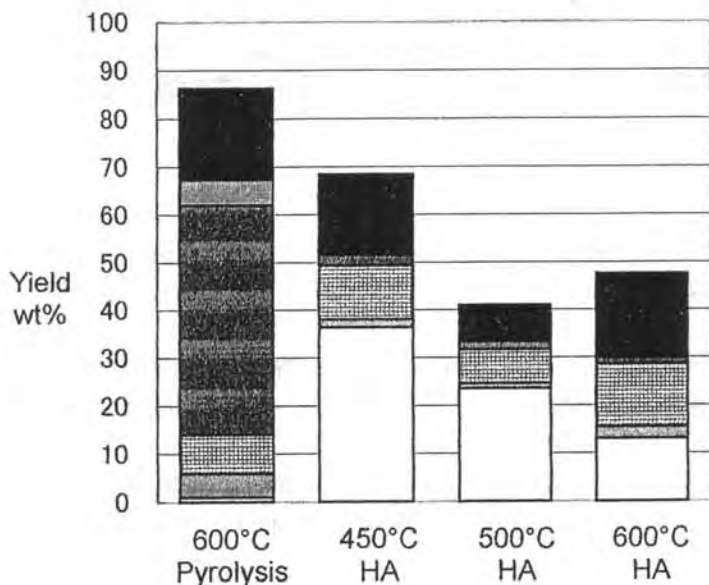


Fig. 1 Product yield of PS pyrolysis and catalytic decomposition with HA catalyst at varied temperature for the residence time, 9.7 min.

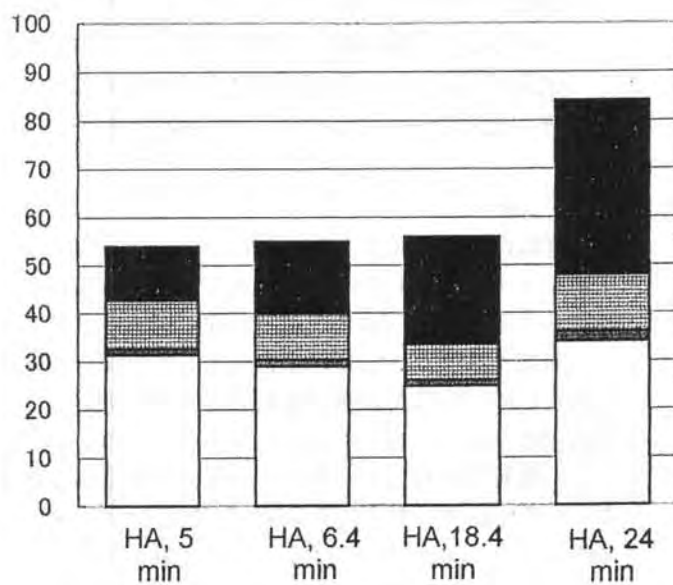


Fig. 2 Product yield of PS catalytic decomposition with HA catalyst at 500 °C for varied residence time.

□ benzene ▨ toluene ▤ ethylbenzene ▩ styrene ▧ α-methylstyrene ■ other compounds

4. まとめ

水平移動床方式分解ベンチプラントで、ポリスチレンペレットを用いた接触分解を行った。燃焼時に煤塵が発生しやすいスチレンを主成分とした従来の分解油ではなく、ポリスチレンを接触分解することで、分解油の成分制御を行うことが、1kg スケールで可能になった。

本研究の結果は、100 kg/h 規模のポリスチレン油化実証機の運転指針に活用することができた。これらの成果は、触媒を利用した実用的規模での生成物制御と処理速度向上の実用性を示唆し、プラスチック廃棄物資源化に関する生成物選択的な商業プロセスへの展開が期待できる。

文献

- 1) プラスチック化学リサイクル研究会第6回討論会予稿集、p.36 (2003)。
- 2) Y. Ishihara, et al., *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **62**, 2981 (1989)。
- 3) 南部ら、*高分子論文集*, **45**, 409 (1988)。

謝辞 本研究の成果の一部は、発泡スチロール再資源化協会助成金により得られたものです。記して感謝の意を表します。

*y-kodera@aist.go.jp、Tel. 029-861-8045