

## 2-5 廃食用油を用いた廃 FRP リサイクルの構想

- (静岡県立大) 佐野慶一郎、(神奈川県) 高見和清・高橋亮、(埼玉工大) 井野晴洋、(山梨県) 森智和、(日清オイリオグループ(株)) 高橋正明、((独)産総研) 佐藤芳樹

### 緒言

FRP(繊維強化プラスチック)は、ボート、航空機、浴槽、ヘルメット、遊具等の様々な製品に利用されている。しかし、FRP廃材の多くは、分解困難なUP(不飽和ポリエステル)等の熱硬化性樹脂が用いられ、ガラスや炭素の強化繊維の分離除去にも手間がかかるため、リサイクル化が敬遠され、埋立てか焼却処分される状況にある。現在、国内において、画期的な廃FRPのリサイクル技術が求められている。以前より、筆者らは廃棄する熱硬化性樹脂を植物油中で加熱分解し、リサイクルする手法を提唱してきた<sup>1)</sup>。本研究では、国内の環境を保全していくため、廃食用油を利用し、小型で簡単な装置で安価に廃FRPを熱分解し、さらにガラス繊維も分離して、リサイクルする手法を提案し、その技術の早期開発を目指している。今回、植物油中での廃FRPの熱分解手法とそのリサイクル工程について報告する。さらに試作中の廃FRPの小型リサイクル装置についても解説する。

### 1. 廃 FRP の分解実験と考察

廃FRPの加熱分解と化学原料の回収に用いた実験装置を図1に示す。UPの試料としてスチレン架橋したオルソフタル酸系UPを0.3 cm<sup>3</sup>内に破碎し、用いた。植物油には、市販の菜種油を用いた。実験手順として、まず反応器内にFRPと植物油を1:2重量比で投入する。次いで、大気か窒素の雰囲気下、或いは密閉下で菜種油を加熱し、320℃に達した時点で90分間保持し、UPを反応分解、油化させた。写真1に廃FRPを大気下の菜種油中で熱分解し、容易に油化物とガラス繊維とに遠心分離された状態を示す。

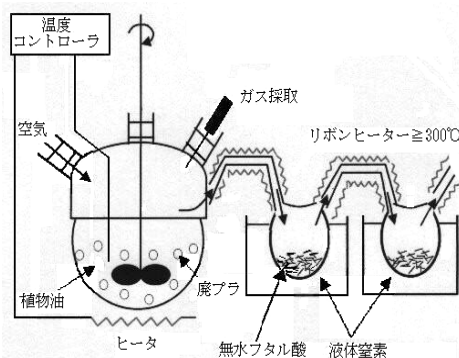


図1 廃 FRP 分解の実験装置

さらに、この植物油を用いたUPの熱分解反応で生じた昇華物を液体窒素内に浸された2つのフラスコ内に通過させて急冷することにより、フラスコ内に針状結晶のフタル酸を析出回収することができる。写真2に回収したフタル酸を示す。

図2にUPを密閉下と大気下で熱分解した油化物のFTIR(フーリエ変換赤外吸収スペクトル)を示す。密閉下では、700~750 cm<sup>-1</sup>と1580~1650 cm<sup>-1</sup>にUPからの芳香族等の有機化合物と見られる吸収ピークが認められる。しかし、大気下では、それらのピークが見られない。これら分析結果より、大気下の反応では、UPから分解した低分子の有機化合物は、蒸発し、大気に放出されたことが伺われる。

図3に回収した化学原料の液体クロマトグラフィーを示す。不純物の検出ピークは見られず、オルソフタル酸と無水フタル酸のピークが顕著に認められる。このことより、UP熱分解の昇華物を冷却するごく簡単な手法により、高純度なフタル酸の混合物が回収できることを確認した。フタル酸はUPの主原料であり、回収したフタル酸から再び容易にUPを製造(ケミカル・リサイクル)できると考えられ、今後、リサイクルUP材を試作する予定である。

図4に廃FRP分解の実験結果より考案したリサイクル工程を示す。本処理の長所として、廃プラを分解する溶媒として石油系合成物の代わりに植物素材の廃食用油を用いることと、各分解物のリサイクル化が可能である

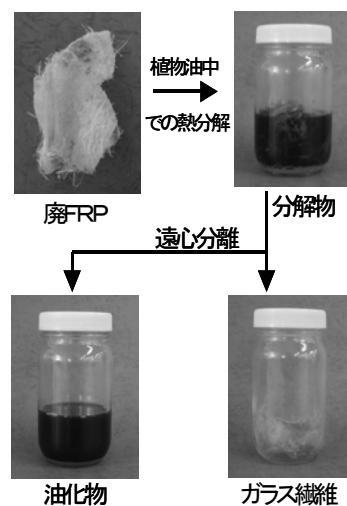


写真1 廃 FRP 分解の状態



写真2 回収したフタル酸

### 2. 廃 FRP リサイクル工程と装置化

図4に廃FRP分解の実験結果より考案したリサイクル工程を示す。本処理の長所として、廃プラを分解する溶媒として石油系合成物の代わりに植物素材の廃食用油を用いることと、各分解物のリサイクル化が可能である

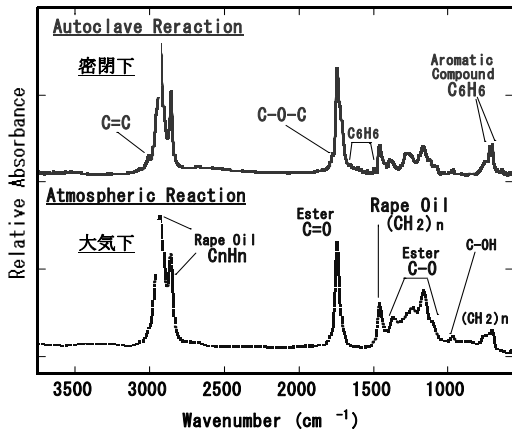


図2 UP分解物のFTIRスペクトル

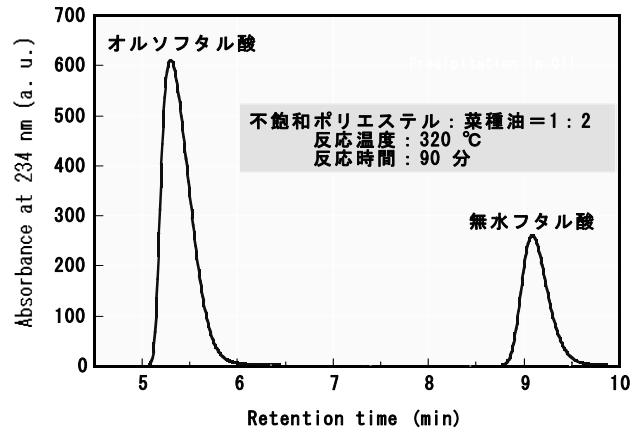


図3 回収した結晶物の液体クロマトグラフィー

ことが挙げられる。さらに本処理では、工程数が少なく、簡素な大気下の加熱装置で対応できる。例えばFRP製品の生産工場や市町村の廃棄物処理場に本装置を併設できるため、廃FRPを大規模な処理施設まで輸送せず、その場でリサイクルが可能となる。

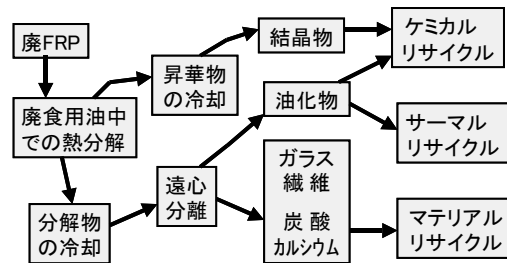


図4 廃FRPのリサイクル工程

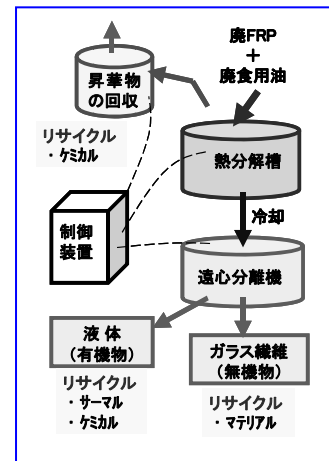


図5 リサイクル装置の概略図

図5に廃FRP分解装置の概略図を示す。破碎した廃FRPを大気下の廃食用油中で加熱分解する槽は上部に位置する。加熱槽はステンレス製で、ヒータを有し、内部には水冷管を備える。分解物は常時、翼で均一に攪拌される。

加熱槽の下部には、ガラス繊維等の残渣物と液状成分とを分ける遠心分離機が存在する。つまり本装置では、廃FRPの熱分解物は冷却後、分離機に流入され、ガラス繊維や炭酸カルシウム等の無機物残渣を除去する一連工程の自動運転を想定している。その他、反応時に生じる昇華物を急冷してフタル酸を回収する機構も設けられる。本装置では高压密閉下での大規模なリサイクル・プラントに比べ、製作費と稼働費の低減が期待できる。現在、試作中の小型リサイクル装置(熱分解槽と制御装置)の概観を写真3に示す。近く、この装置を完成させ、FRPリサイクルの実証試験を行う計画にある。



写真3 試作中のリサイクル装置

### 3. まとめ

- 1) 廃FRPは、大気下で加熱された植物油中で容易に分解可能である。その分解物は油化物とガラス繊維とに遠心分離できる。
- 2) FRPが分解する際に生じる昇華物を冷却する操作により、化学原料である高純度のフタル酸を析出回収できる。
- 3) 油化物やガラス繊維等の各FRP分解物のリサイクル化が期待できる。
- 4) 廃FRPの熱分解とそのリサイクル工程を開発した。さらに小型なリサイクル装置の設計を行い、試作を開始した。

### 参考文献

- 1) 佐野, 西巻, 高見 ほか: 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.43-44 (2004).

\*連絡先: 静岡県立大学 佐野, TEL: 054-264-5748, E-mail: [ksano@u-shizuoka-ken.ac.jp](mailto:ksano@u-shizuoka-ken.ac.jp)