

廃棄プラスチックの熱分解とリサイクル技術の研究開発

山梨県環境科学研究所・静岡県立大学¹・富士工業技術センター²・日清オイリオグループ(株)³
 齊藤奈々子・森 智和・佐野慶一郎¹・萩原 義人²・高柳 正明³

Development of Dissolution and Recycling for Plastic Wastes

Yamanashi Institute of Environmental Sciences, University of Shizuoka¹, Yamanashi Pref. Fuji Industrial Technology Center², The Nisshin Oil Group, Ltd.³
 Nanako Saito, Tomokazu Mori, Keiichiro Sano¹, Yoshihito Hagihara² and Masaaki Takayanagi³

要 約

廃棄FRPは、架橋構造のUP（不飽和ポリエステル）が用いられ、且つ繊維が添加されているため、リサイクル・システムを実用化するのは困難である。本研究では、廃食用油中での廃棄FRPの熱分解とそのリサイクルの技術開発を進めた。この手法では、熱分解した母材とガラス繊維は容易に分離することができる。UP分解物は燃料としてサーマル・リサイクルが可能であり、分離した繊維は無機材料としてリサイクル可能である。本年度の成果として、遠心分離機と蒸発ガスの浄化装置、及び各制御装置を設計試作した。それらの装置を昨年度に試作した熱分解槽と組み合わせ、廃FRPリサイクル装置を完成させた。また、その装置の稼動試験を行った。

Abstract

It was difficult to realize a recycling system of fiber-reinforced plastics (FRP) wastes because of the cross-linked structure of unsaturated polyester (UP) and the filler fibers. In this study, we have developed a thermal dissolution method of FRP using vegetable oil wastes. FRP heated with vegetable oil easily dissolved into matrix resin and glass fibers. The UP dissolution product can be used for thermal recycling as fuel, and the fibers can be recycled as inorganic raw materials. In 2006, a centrifugal separator and an exhaust gas purifier were constructed together with their controllers, and were assembled with the heating reactor built up in the last year. The operation test of the assembled recycling machine was performed.

1. 緒 言

FRP（繊維強化プラスチック）は、ボート、航空機、車両、浴槽、ボート、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、革新的な廃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^{1) - 6)}。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を分解し、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。昨年度は、実験結果を基に廃FRPリサイクル

の工程を考案し、廃FRPの小型分解装置の装置全体を構想し、熱分解槽とその制御装置を設計試作した。本年度は、廃FRPの分解油中に含まれる繊維を分離する遠心分離機と廃FRPを熱分解処理する際に発生する蒸発ガスの浄化装置を設計試作し、前年度に試作した熱分解槽と組み合わせ、廃FRPリサイクル装置を完成させた。さらに、自動制御による稼動試験を行った結果について報告する。

2. リサイクル装置の設計試作⁴⁾

2-1. 蒸発ガスの浄化装置

試作した蒸発ガスの浄化装置の概観を写真1から写真4に示す。

まず蒸発したガスは、排気ブロワーにより吸引され、ミストセパレーターに回収され冷却される。ミストセパ

レーターの内部にはコイル状の水冷管と外部には水冷式のジャケットが装備されており、熱分解中に発生した蒸発ガスの大半を液化することが出来る。

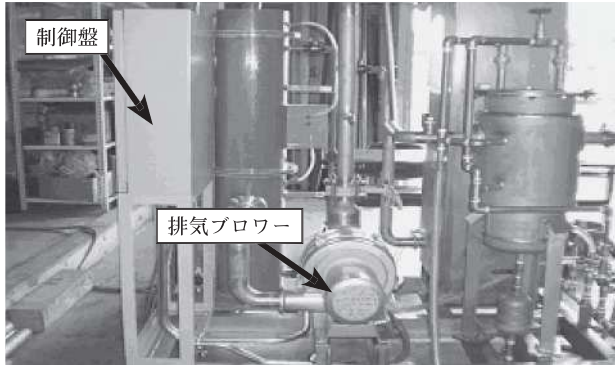


写真1 ミストセパレーター概観図

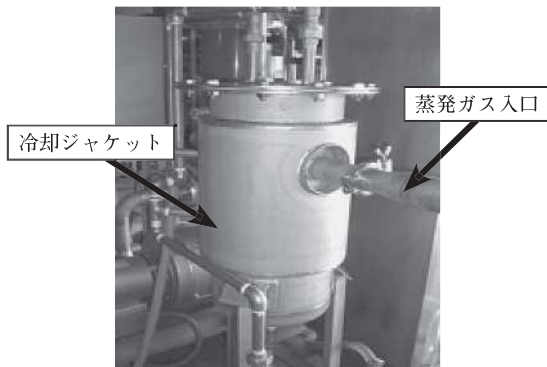


写真2 ミストセパレーター本体

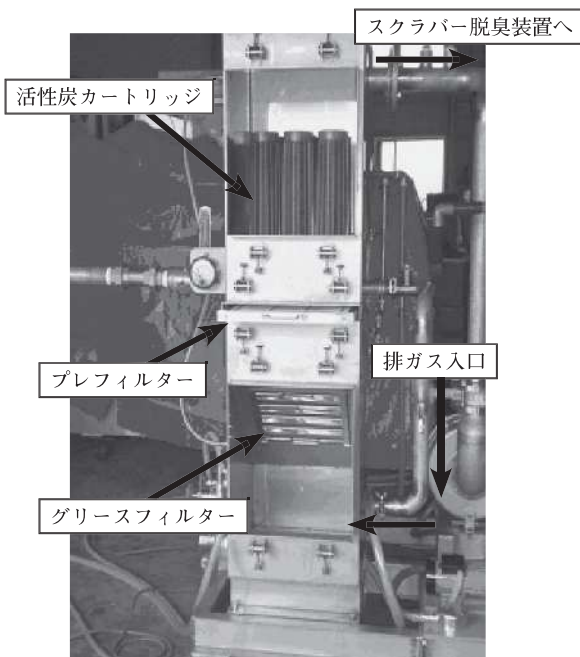


写真3 活性炭脱臭装置

さらに、ミストセパレーターを通過したガスは活性炭脱臭装置を通過し活性炭吸着方式により脱臭される。最

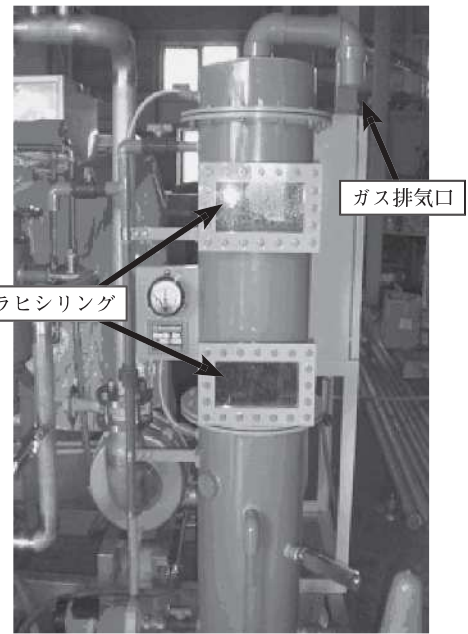


写真4 スクラバー脱臭装置

後に散水によるガス洗浄方式（スクラバー脱臭装置）により完全脱臭され排気される。

2-2. 遠心分離機

試作した遠心分離機の概観を写真5から6に示す。遠心分離機の内部は、メッシュ式のバスケットが内蔵されており、毎分回転数3000rpmにて遠心分離を行う。ガラス繊維などの残渣物はメッシュ式バスケット内に残り液状成分と容易に分離回収することが出来る。この装置は熱分解槽と連結させ、連動して分解分離を行う。

2-3. 稼動試験

図1に廃FRPの熱分解装置の設計図と写真8に試作し組み合わせた廃FRPリサイクル装置の実機を示す。完成装置の一連の稼動試験工程として、先ず、熱分解槽で植物油を常温から320℃まで制御しながら加熱保持できることを確認した。タッチパネル、昇温状態、反応中の振動、攪拌、において問題なく自動制御が可能であった。続いて破碎した廃FRPを熱分解槽へ投入し320℃で保持したまま攪拌し90分間反応させた。熱分解を開始すると同時に、スクラバー脱臭装置と排気ブローを稼動させ、脱臭装置の機能を確認した。反応が終了するまで、排気口からは殆ど不快な臭気は感じられなかった。反応終了後、熱分解槽に装備されている水冷管へ水道水を循環させ、分解液を100℃以下になるまで冷却した。その後、熱分解槽の下部に付属するバルブを開き、分解液を遠心分離器へ投入し、繊維などの分離試験を行った。ドラム式の遠心分離器である為、水平に留意する必要があるが、問題なく容易に残渣物と液状成分に分離することが出来た。写真7に分離した液状成分を示す。試作したリサイクル装置による熱分解から残渣物を除去す



写真5 遠心分離器の概観

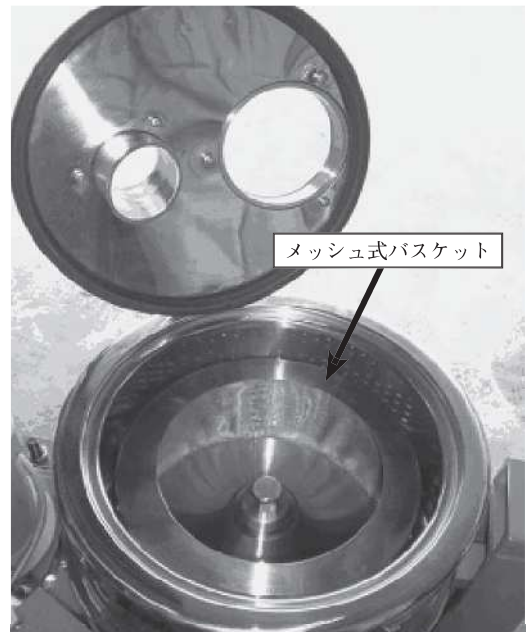


写真6 遠心分離器の内部

るまでの一連の運転試験を行った結果、連動した運転や各装置の性能も問題なく、廃FRPリサイクル装置の試作機を完成することが出来た。

4. 結 言^{1) -6)}

- 1) 本年度は、蒸発ガス脱臭装置と遠心分離器を設計試作し、正常な動作を確認した。
- 2) 昨年度、試作した熱分解槽と全ての装置を組み合わせ、自動制御による正常な動作確認を行い、廃FRPリサイクル装置として完成させた。



写真7 遠心分離器により分離された分解油

5. 今後の計画

今後の課題として、下記の研究を計画検討している。

- ①実機による分解能力の検討
- ②廃FRPリサイクルのモデル・ケースの提案
- ③FRP分解物のマテリアル・リサイクル技術の開発
- ④リサイクル工程の改善
- ⑤ライフ・サイクル・アセスメント

参考文献

- 1) 佐藤：日経メカニカル，No.517，p.27-29 (1997)．
- 2) 根上，佐野，吉村 ほか：自動車技術会学術講演会前刷集，No.20015494，p.9-12 (2002)．
- 3) M. Neagami and K. Sano et al.: JSAE Review, Vol.24, No.20034120, p.221-225 (2003)．
- 4) 佐野，高柳，齋藤 ほか：自動車技術会学術講演会

前刷集，No.20035004，p.7-10 (2003)．

- 5) M. Takayanagi and K. Sano: Collection of papers presented at the Polytronic, p.143-146 (2003)．
- 6) 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)．
- 7) 佐野，高橋，高見ほか：プラスチック化学リサイクル研究会第9回討論会予稿集，p.108-109 (2006)

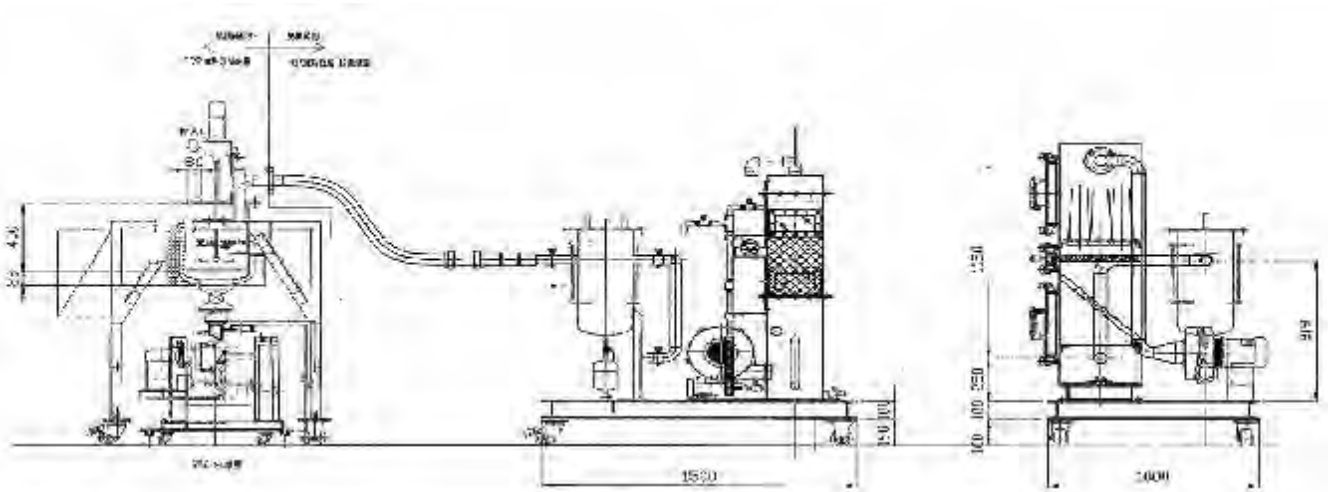


図1 廃FRPの熱分解リサイクル装置の設計図

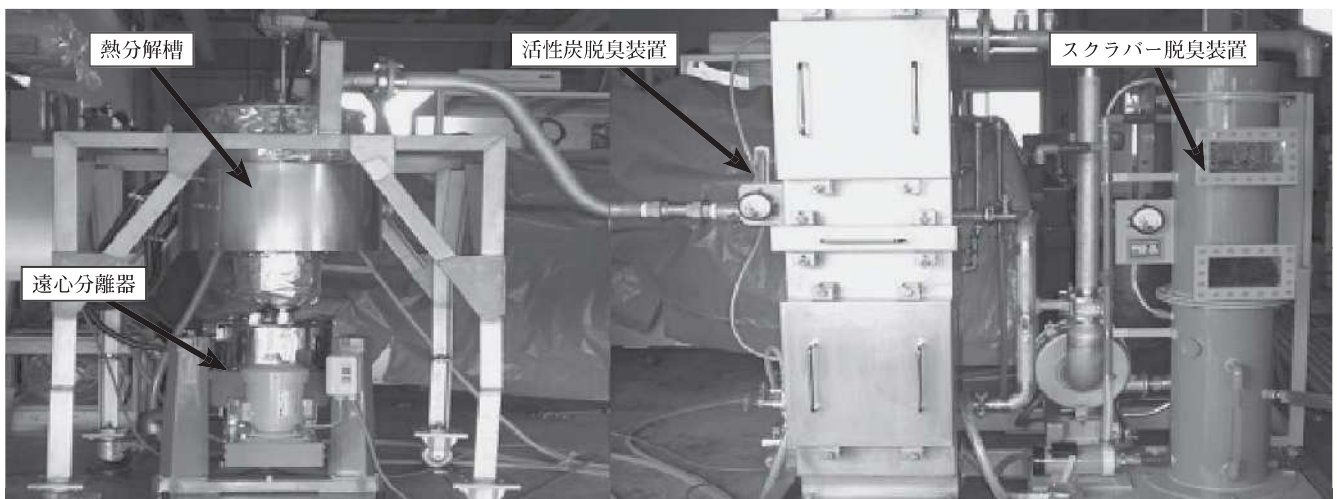


写真8 廃FRPの熱分解リサイクル装置