

技術開発報告概要書

補助金事業名：産業廃棄物を水周り部品へ再利用する射出成形技術の検討

(事業番号) (J 1 6 1 0)

補助金事業者名：株式会社パンウォシュレット

1．技術開発担当・照会先

株式会社パンウォシュレット 研究部 畠山 潤

〒802-0823 福岡県北九州市小倉南区舞ヶ丘1-1-1

TEL：093-965-1535 FAX：093-965-1537

E-mail：jun.hatakeyma@toto.co.jp

2．技術開発の目的と開発内容

2.1 技術開発の目的

(1) 技術開発の概要

今日、環境問題への積極的な取り組みは、企業に課せられた社会的責務である。我々メーカーは、生産技術の革新や製造工程の合理化等に従来より尽力し、産業廃棄物削減の努力を行ってきたが、本努力は製造工程内での対応にとどまることが多く、一旦発生した産業廃棄物は、ゴミとして処理せざるを得なかった。排出された産業廃棄物の処理方法は、埋め立てやサーマルリサイクルが多く、本来、最も望ましい形態であるマテリアルリサイクルはあまり進んでいないのが現状である。

本事業においては、製造メーカー、資材メーカー等から排出される原材料関係の産業廃棄物を再利用し、トイレ室内、洗面室内、浴室、台所内などの水周り部品にリサイクルさせる射出成形技術を構築する。リサイクルさせる産業廃棄物としては、陶器粉、FRP粉、木屑、鉄粉などである。これら産業廃棄物と熱可塑性樹脂の混合物を押し出し機によるペレット化工程なしに、直接射出成形機に投入することにより成形する技術検討を実施する。これにより、企業から排出される産業廃棄物の排出量低減を目的とする。フリーブレンド成形技術は、産業廃棄物をの排出量を低減できるうえ、ペレット化工程の動力費（電力、水）を削減でき、地球環境を配慮した成形法である。

(2) 技術開発の最終目標

陶器粉、FRP、木屑などの産業廃棄物を原材料の一部として、熱可塑性樹脂に混合させることによって発現される材料配合の基本特性を評価する。また、これら産業廃棄物と熱可塑性樹脂の混合物を直接射出成形機のホッパーに投入することにより成形する量産技術確立する。

2.2 開発内容

(1) 実証設備の規模、設置基数

- ・850t 電動式射出成形機：1台、専用スクリー：1本（成形機に内蔵）
- ・金型温度調整機：2台、金型冷温調機：1台、取出機 1台

- ・試作金型 2 型
- ・スーパーミキサー：1 台、タンブラーミキサー：1 台、材料乾燥機：1 台

(2) 開発の具体的内容

1) ガラス繊維廃材の配合検討および量産化技術の検討

ガラス繊維廃材と PP 樹脂を配合した際の機械物性の変化を評価した。配合は、マレイン酸変性 PP 樹脂の添加量、ガラス繊維の添加量、ガラス繊維の表面処理内容を変化させ、ブレンドを実施した（配合評価数 25）。また、ガラス繊維廃材と ABS 樹脂を配合した際の機械物性の変化を評価した。配合はガラス繊維の添加量、ガラス繊維の表面処理内容を変化させ、ブレンドを実施した（配合評価数 14）。

次に、ガラス繊維廃材を配合した材料にて量産化技術の検討を実施した。タンブラーミキサーで ABS 樹脂とガラス繊維廃材を予備ブレンドした材料を用い、専用スクリューを装備した射出成形機と試作金型を用いて量産条件の最適化を実施した。

2) 陶器粉廃材の配合検討

衛生陶器を粉碎した陶器粉とナイロン 6 樹脂を配合した際の機械物性の変化を評価した。配合は陶器粉の粒径は一定とし、添加量を変化させた。また、同様に陶器粉と ABS 樹脂を配合した際の機械物性の変化を評価した（配合実施数 17）。

3. 技術開発の成果

3.1 ガラス繊維廃材の配合検討および量産化技術の検討

PP 樹脂とガラス繊維廃材をブレンドする配合検討として、初めにガラス繊維廃材に対し、各種シランカップリング剤を用い、インテグラルブレンド法にて表面処理を実施し、引張り強度、シャルピー衝撃値を測定した。その結果、シランカップリング剤の種類としては、アミノシラン系カップリング剤が最も高い強度物性が得られた。また、マレイン酸変性 PP 樹脂を添加することにより、PP 樹脂とガラス繊維の界面密着性が向上し、物性が向上することを確認した。図 1 に変性 PP を 15wt% 添加した際の、ガラス繊維添加量と引張り強度の関係を示す。図 2 にガラス繊維添加量とシャルピー衝撃強度の関係を示す。

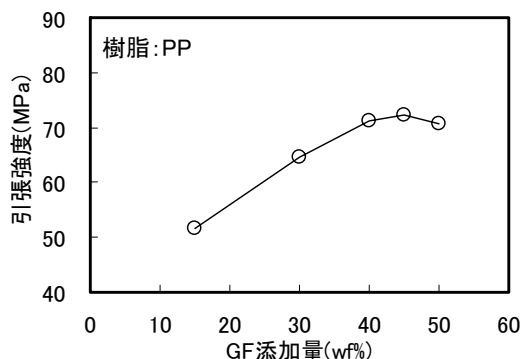


図 1. GF 添加量と引張り強度の関係

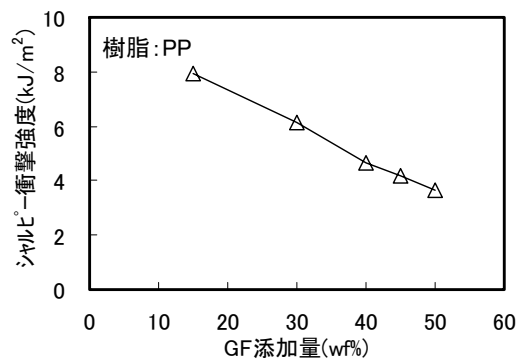
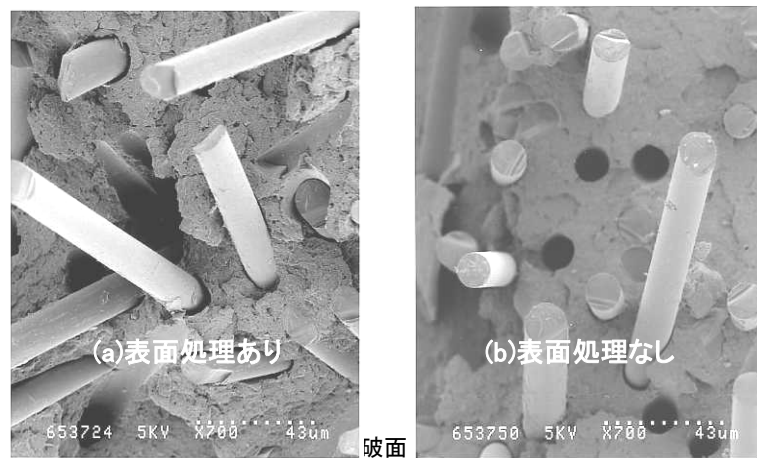


図 2. GF 添加量とシャルピー衝撃強度の関係

ガラス繊維含有量が 40wt%以上になると、引張り強度の変化は一定になることが明らかとなった。これは、ガラス繊維含有量が高くなると、成形の可塑化時にガラス繊維が破損し繊維長が短くなることによるものと考えられる。

ABS 樹脂とガラス繊維廃材をブレンドする配合検討として、各種シランカップリング剤を用い、インテグラルブレンド法にて表面処理を実施し、引張り強度、シャルピー衝撃値を測定した。その結果、シランカップリング剤の種類としては、PP 樹脂と同様にアミノシラン系カップリング剤が最も高い強度物性が得られた。引張り強度を実施した破壊面を電子顕微鏡(SEM)で観察したところ、図3に示すようにアミノシラン系カップリング剤で表面処理したガラス繊維表面は処理していないものと比べ、界面密着性が高いことが確認された。



次に ABS 樹脂にガラス繊維廃材をブレンドした材料を専用スクリーが装備された 850t 成形機に直接投入し、成形を実施した。成形品は幅 420mm × 奥行 420mm × 高さ 150mm の大きさをした大物成形品である。ガラス繊維が均一に分散し、良好な成形品を得るためには、可塑化の際の背圧、スクリー回転数および設定樹脂温度の条件が成形品の出来映えに大きく寄与し、背圧設定は 30MPa、回転数 45min⁻¹、設定樹脂温度は 210 が最適成形条件であることを確認した。ただし、投入した材料とガラス繊維が成形機ポッパー内で分離し、あらかじめガラス繊維を練り込んだ市販材よりも成形品の重量バラツキが大きくなった。重量バラツキを抑えることは今後の検討課題である。

3.2 陶器粉廃材の配合検討

衛生陶器製造工場より排出された廃棄物を平均粒径 40 μm に粉砕し、シランカップリング剤で表面処理した陶器粉(セルベン)をナイロン 6 樹脂にブレンドし、引張り強度、シャルピー衝撃値を測定した。図4に陶器粉添加量と引張り強度の関係を、図2に陶器粉添加量とシャルピー衝撃強度の関係を示す。陶器添加量が多くなるにつれて、引張り強度は低下し、またシャルピー衝撃強度は著しい低下を示した。また、陶器添加量が 65wt%以下であると成形性には問題ないが、65wt%以上になると成形時の流動性が著しく低下し、表面平滑性が失われることが明らかとなった。

今後の課題としては、強度物性を最大にさせる最適粒径の設定、陶器粉を高充填した材料の流動性を向上させるための、金型ゲート設計が挙げられる。

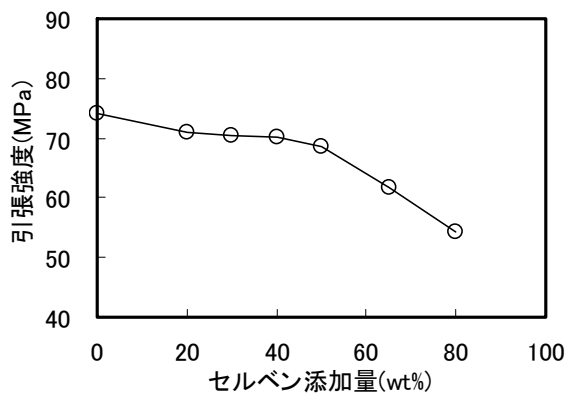


図 1. セルベン添加量と引張り強度の関係

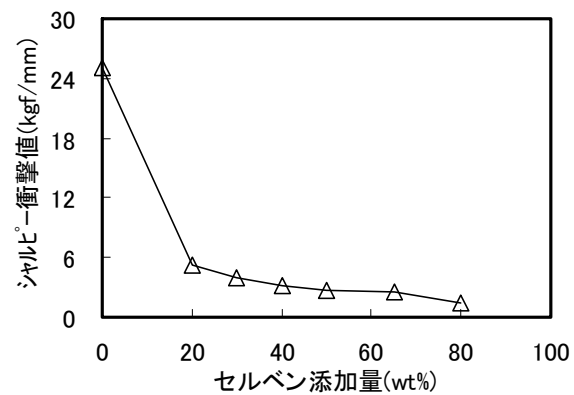


図 2. セルベン添加量とシャルピー衝撃強度の関係

4. まとめ

本事業の達成度は、当初目的とした内容の約 7 割である。本事業の得られた成果を以下にまとめる。

(1) ガラス繊維廃材を利用した成形品を得るためにベース樹脂を PP または ABS を使用した際の基本物性を把握できた。また、ベース樹脂に ABS を使用した場合の大物成形品に対する量産条件を検討し、幅 420mm × 奥行 420mm × 高さ 150mm の大きさをした大物成形品が良好に成形できる成形条件を確認できた。

(2) 衛生陶器製造工場より排出された廃棄物を粉砕した陶器粉をナイロン 6 樹脂にブレンドした際の基本物性を把握できた。引張り強度、シャルピー衝撃強度の物性値は陶器粉添加により低下するが、陶器粉の添加量が 65wt% 以下では良好に成形できることが確認された。

(3) フリーブレンド技術は、押出し機を使用したペレット化工程の削減により、省エネ効果が得られ、月間 70 トンを生産する押出し工程を削減した場合、動力費と産廃処理代の合計で 58 万円/月の省エネとなる。

また、生じた課題としては、ガラス繊維廃材を利用した成形品では量産時の成形条件の幅が狭い、なおかつ成形時の重量バラツキが大きいといったことが挙げられる。また、陶器粉を利用した成形品については、材料物性および基本的な成形確認はできたものの、量産技術の検討はこれからである。

5. 成果の事業化の見通し

製造工場より排出されるガラス繊維および陶器粉を熱可塑性樹脂に混合させ、これを直接射出成形機のホッパーに投入することにより成形品を得る技術については、今後いくつかの課題をクリアした後で事業化可能と考える。

- 以上 -