

## ノート

## マイカ充填ポリオレフィン系複合材料の機械的性質

山中 寿行<sup>\*1)</sup> 西谷 要介<sup>\*2)</sup> 清水 翼<sup>\*3)</sup> 安田 健<sup>\*1)</sup> 氏家 明彦<sup>\*3)</sup>  
 高橋 英一<sup>\*3)</sup> 梶山 哲人<sup>\*4)</sup> 清水 研一<sup>\*1)</sup>

## Mechanical properties of mica filled polyolefin composites

Toshiyuki Yamanaka<sup>\*1)</sup>, Yosuke Nishitani<sup>\*2)</sup>, Tsubasa Shimizu<sup>\*3)</sup>, Takeshi Yasuda<sup>\*1)</sup>, Akihiko Ujiie<sup>\*3)</sup>

Eiichi Takahashi<sup>\*3)</sup>, Tetsuto Kajiyama<sup>\*4)</sup>, Kenichi Shimizu<sup>\*1)</sup>

キーワード: マイカ, ポリエチレン, ポリプロピレン, 曲げ特性

Keywords: Mica, Polyethylene, Polypropylene, Bending properties

## 1. はじめに

プラスチック製品はフィルム, シート, 容器など日常生活に欠かせないものであり, 大量に生産されている。一方, 2012年には国内で929万トンもの廃プラスチックが排出<sup>(1)</sup>されており, これを有効利用して再資源化することが, 循環型社会の形成に重要と考える。2000年に容器包装廃棄物を資源として有効利用することを目的とした, 通称「容器包装リサイクル法」が完全施行された。この法律の枠組みに沿って収集され, 再商品化事業者によって再生処理された材料は容リ材(図1)とよばれている。容リ材は再生プラスチック製品としての利用が期待されるが, ポリオレフィンと総称されるポリエチレンとポリプロピレンの非相溶系の混合物であり, 剛性が低く品質が不安定である。現状, 増量材として, 擬木やパレットなどに限定的に利用されているに過ぎない。本研究では, 薄肉の射出成形品としても利用できるよう, 板状フィラーの充填によって容リ材の欠点である剛性の低さ(たわみややすさ)の改善を目指した。本報では, ヴァージン材を用いた容リ材のモデル配合での検討結果を報告する。



図1. 容リ材

## 2. 実験方法

- 2.1 材料 ヴァージン材として, 高密度ポリエチレン(日本ポリエチレン(株)製ノバテックHY540, 以下, PE), ポリプロピレン(住友化学(株)製住友ノーブレンD101, 以下PP)を使用した。PE/PPの相容化剤として, スチレン系熱可塑性エラストマー(以下, TPE)を用いた。板状フィラーとして, 粒子径の異なるマイカ(Mica)を用いた(表1, 図2)。
- 2.2 試験片の作製 材料をドライブレンドし, 二軸押出機(TEX-30, (株)日本製鋼所製)で熔融混練した後, 射出成形機(NS20-2A, 日精樹脂(株)製)で試験片を作製した(表2)。
- 2.3 機械的性質の測定 曲げ試験はJIS K 7171, アイゾット衝撃試験はJIS K 7110に準じて行った。

表1. マイカの粒子径および化学組成

種類	粒子径*( $\mu\text{m}$ )	化学組成
白雲母	23	$\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3)\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
絹雲母	10	

\* レーザ回折/散乱式粒子径分布測定装置により測定したメジアン径

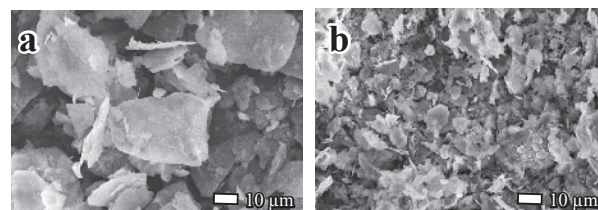


図2. マイカの走査型電子顕微鏡写真(a: 白雲母, b: 絹雲母)

表2. 配合表(wt.%)

PE	PP	TPE	Mica
50	50	0	0
49	49	2	0
44	44	2	10
39	39	2	20
34	34	2	30

事業名 平成22年度, 23年度 共同研究

\*1) 材料技術グループ

\*2) 工学院大学

\*3) 株式会社未来樹脂

\*4) 城南支所

### 3. 結果と考察

図3に、四成分系複合材料 (PE/PP/TPE/Mica) の曲げ強さ  $\sigma_b$  に及ぼすマイカ充填量  $W_f$  の影響を示す。 $W_f$  の増加に伴い、 $\sigma_b$  は徐々に増大した。 $W_f$  が 10wt.% ではマイカの種類によらず  $\sigma_b$  は同程度であったが、20wt.% 以上では増大の程度が異なり、粒子径が大きいマイカを充填したほうが  $\sigma_b$  は上昇した。マイカによる複合材料の補強効果に、粒子径が影響したと推測される。

図4に、四成分系複合材料の曲げ弾性率  $E_b$  に及ぼす  $W_f$  の影響を示す。 $W_f$  の増加に伴い、 $E_b$  は顕著に増大した。 $\sigma_b$  の傾向と同様で、粒子径が大きいマイカを用いたとき効果が高く、 $E_b$  は最大で2.5倍まで向上した。板状フィラーを分散相とする高分子複合材料では、フィラーの形状、アスペクト比 (= 粒子径 / 板厚) およびその分布、フィラーの配向、フィラーとマトリックスの界面接着が弾性率に影響を及ぼし、特にアスペクト比が大きな影響を与える<sup>(2)</sup>。マイカの積層面は射出成形時の流れ方向に平行に配向すると予測され、充填量が増加するにつれて配向するマイカの量が増え、 $E_b$  の増大に影響を与えたと考えられる。マイカの厚さを正確に測ることは容易ではないが、粒子径が大きいマイカは平均的にアスペクト比も大きいと予想され、粒子径の大小がアスペクト比の差として  $E_b$  の増大の程度に顕著な影響を及ぼし、結果として  $E_b$  をより増大させたと推察される。

図5に、四成分系複合材料のアイゾット衝撃強さ  $a_{iN}$  に及ぼす  $W_f$  の影響を示す。試験片はノッチ付き試験片である。PE/PP/TPE/Mica の  $a_{iN}$  は PE/PP/TPE ブレンドと比べて半分以下にまで低下した。TPE を添加しない PE/PP ブレンドと比べると、TPE 添加により PE/PP/TPE ブレンドの  $a_{iN}$  は約2倍上昇する。これは TPE によって非相溶である PE/PP 界面の接着性が向上されたと判断できる。しかし、マイカを充填すると、数十  $\mu\text{m}$  程度の大きな分散相となるマイカとマトリックスとの界面での破壊となり、PE/PP/TPE/Mica の  $a_{iN}$  は著しく低下したと考えられる。

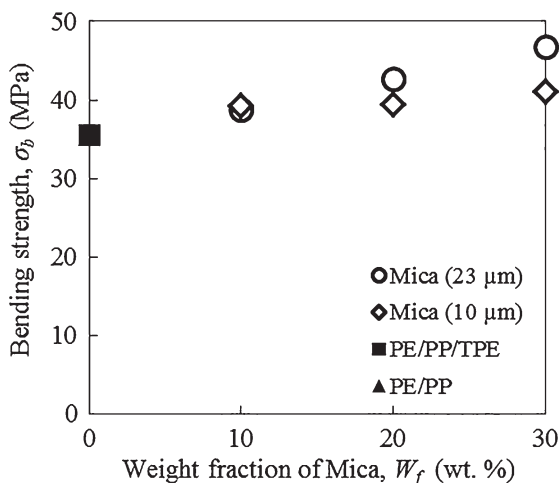


図3. 四成分系複合材料 (PE/PP/TPE/Mica) の曲げ強さに及ぼすマイカ充填量の影響

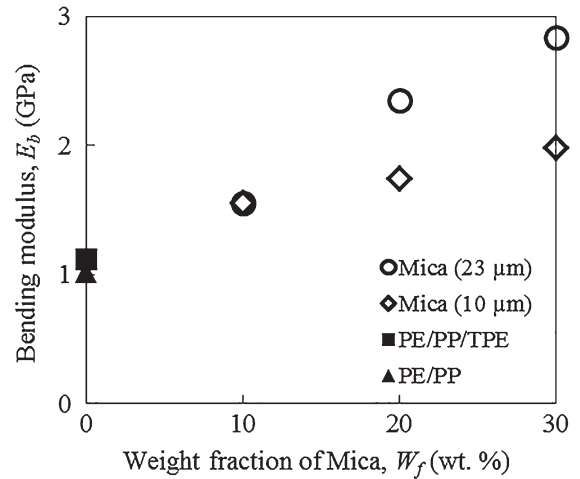


図4. 四成分系複合材料 (PE/PP/TPE/Mica) の曲げ弾性率に及ぼすマイカ充填量の影響

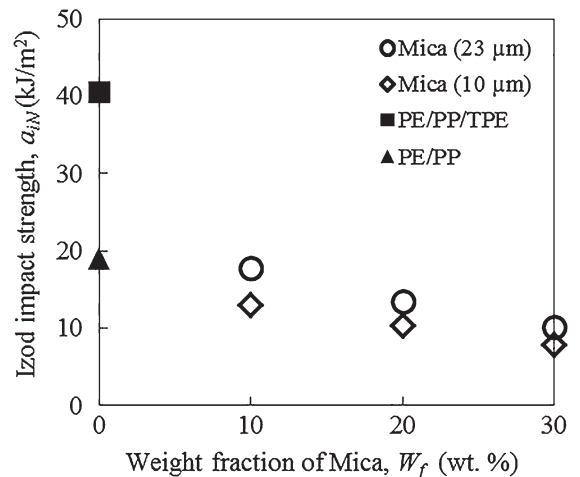


図5. 四成分系複合材料 (PE/PP/TPE/Mica) のアイゾット衝撃強さに及ぼすマイカ充填量の影響

### 4. まとめ

容器材の剛性を向上させる材料設計に資するモデル配合として、ヴァージン材のPE/PPにTPEとMicaを配合して機械的性質の向上を図った。マイカ充填により複合材料の曲げ特性は向上した。マイカの粒子径が大きいとき、曲げ特性はより改善された。我々は今回検討した材料設計を基に、容器材へ適用し、金属部品の輸送時に使用できるたわみにくいトレイを開発した<sup>(3)</sup>。

(平成27年7月13日受付, 平成27年8月12日再受付)

### 文 献

- (1) 一般社団法人プラスチック循環利用協会:「プラスチックリサイクルの基礎知識」(2014)
- (2) 奥野健次:「フレーク状強化材を用いたプラスチックの弾性率」, 高分子論文集, Vol.37, No.12, pp.789-796 (1980)
- (3) 平成25年度 東京都立産業技術研究センター製品化事例集, p.34 (2013)