

## ノート

## アルミニウム繊維添加による樹脂の熱伝導率向上

飛澤 泰樹\*<sup>1)</sup> 山中 寿行\*<sup>2)</sup> 清水 研一\*<sup>2)</sup>  
 香川 匡史\*<sup>3)</sup> 落合 長範\*<sup>3)</sup> 中尾 芳典\*<sup>3)</sup>

## Improvement in thermal conductivity of resin by adding aluminum fiber

Taiki Tobusawa\*<sup>1)</sup>, Toshiyuki Yamanaka\*<sup>2)</sup>, Kenichi Shimizu\*<sup>2)</sup>,  
 Masashi Kagawa\*<sup>3)</sup>, Naganori Ochiai\*<sup>3)</sup>, Yoshinori Nakao\*<sup>3)</sup>

キーワード：樹脂，アルミニウム繊維，熱伝導率

Keywords：Resin, Aluminum fiber, Thermal conductivity

## 1. はじめに

近年，自動車業界や電機業界では，機器類の小型化や軽量化が進んでいるが，その一方で，機器の発熱による不具合が問題となっている。そのため，軽量かつ高熱伝導性を有する樹脂材料への需要が高い。既に炭素繊維を添加した高熱伝導性樹脂材料は実用化されており，他材料についても研究は多く行われている<sup>(1)(2)</sup>が，市販されているものは少ない。これは，何れも高価であることが要因と考えられる。

本研究では，低価格な高熱伝導性材料の開発を目的として，比較的 low 価格(数千円/kg)かつ高熱伝導性を有するアルミニウム繊維(以下，アルミ繊維という。)を樹脂に添加し，その熱伝導率の向上について検証した。

## 2. 実験

**2.1 材料** ベース樹脂として，ポリアミド6(東レ株式会社製，アミランCM1017，以下，PA6という。)，及びポリカーボネート(帝人株式会社製，パンライトL-1225L，以下，PCという。)を用いた。また，PA6含浸シートを作製する際には，厚さ0.5mmまたは1.0mmのPA6シート(日精プラスチック株式会社製)を用いた。

樹脂に添加するアルミ繊維(材質：A1070)は，直径50，100及び200 $\mu\text{m}$ の短繊維を用いた。また，短繊維と比較するために，直径100 $\mu\text{m}$ のアルミ繊維(材質：A1070)からなる不織布(以下，アルミ繊維不織布という。)も使用した。アルミ繊維及びアルミ繊維不織布は，アカオアルミ株式会社において，熔融紡糸法<sup>(3)</sup>で作製した。

**2.2 材料の混練及び成形** 二軸押出機ユニットを取り付けたラボプラストミル(株式会社東洋精機製作所製，

4C150，以下，二軸押出機という。)を用いて樹脂にアルミ繊維を混練し，ストランドを作製した。ストランドの成形温度は，PA6ベースの場合は230～250 $^{\circ}\text{C}$ とし，PCベースの場合は260～280 $^{\circ}\text{C}$ とした。そして，そのストランドを粉碎機で粉碎し，ペレット化した。更に，そのペレットを用いて，小型熱プレス機(アズワン株式会社製)で厚さ0.5 $\times$ 幅60 $\times$ 長さ60mmのシートを作製した。プレス温度は，PA6ベースの場合は250 $^{\circ}\text{C}$ ，PCベースの場合は260 $^{\circ}\text{C}$ とした。

上記アルミ繊維混練物と比較するために，アルミ繊維不織布にPA6を含浸させたシート(PA6含浸シート)を，熱プレス機を用いて作製した(図1)。

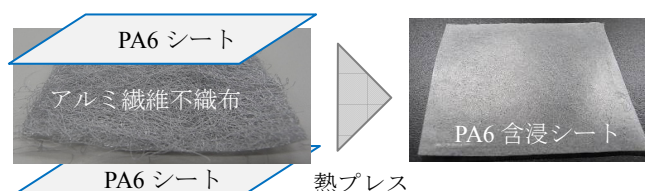


図1. PA6含浸シートの作製概要

PA6含浸シートのサイズは厚さ2 $\times$ 幅100 $\times$ 長さ100mmとし，プレス温度は250 $^{\circ}\text{C}$ とした。そして，PA6含浸シートを幅約10mmに裁断し，二軸押出機に投入してストランドを作製した。ストランドの成形温度は，270～280 $^{\circ}\text{C}$ とした。その後，アルミ繊維混練物と同様にペレット化し，熱プレス機で厚さ0.5 $\times$ 幅60 $\times$ 長さ60mmのシートを作製した。

**2.3 熱拡散率測定用試験片作製及び測定** 2.2で作製したシートから，打ち抜きにて側長10mmの試験片を作製した。試験片の表面をカーボンスプレーで黒化処理した後，キセノンフラッシュアナライザ(Nanoflash LFA447，NETZSCH製)を用いて熱拡散率を測定した。

**2.4 比熱測定用試験片作製及び測定** 2.2で作製したシートから，打ち抜きにて直径5mmの試験片を作製し，示差走査熱量測定装置(株式会社島津製作所製，TA-60)を用

事業名 平成23年度 共同研究

\*<sup>1)</sup> 繊維・化学グループ

\*<sup>2)</sup> 材料技術グループ

\*<sup>3)</sup> アカオアルミ株式会社

いて比熱を測定した。

**2.5 密度測定用試験片作製及び測定** 2.2で作製したシートから、打ち抜きにて直径30mmの試験片を作製し、密度測定キットを取り付けた電子天秤(XP-205,メトラ・トレード株式会社製)を用いて密度を測定した。

**2.6 熱伝導率算出** 熱伝導率は、2.3~2.5で測定した値を用いて、下記数式から算出した。

$$\begin{aligned} & \text{熱伝導率(W/(m}\cdot\text{K))} \\ & = \text{熱拡散率(m}^2\text{/s)} \times \text{比熱(J/(kg}\cdot\text{K))} \times \text{密度(kg/m}^3\text{)} \end{aligned}$$

**2.7 繊維含有量測定** 2.2で作製したペレットをるつぽに入れた後、500℃のマッフル炉(FO300,ヤマト科学株式会社製)内で樹脂分を燃焼させアルミ繊維を取り出し、燃焼前後の重量変化から繊維含有量を測定した。

### 3. 結果

**3.1 ベース樹脂の比較** 直径100μmのアルミ繊維をPC及びPA6に混練し、熱伝導率を比較した(図2)。結果として、PCベース材料はPA6ベース材料より、どの繊維含有量についても熱伝導率が低かった。一般的に、PCのような非晶性樹脂はPA6のような結晶性樹脂よりも熱伝導率が低く、アルミ繊維を添加してもその傾向は変わらないことが明らかになった。

図2より、PA6をベースにした方が、アルミ繊維無添加と比較して繊維を添加した際の熱伝導率向上率が高いと考え、以後の検討はPA6を用いて行った。

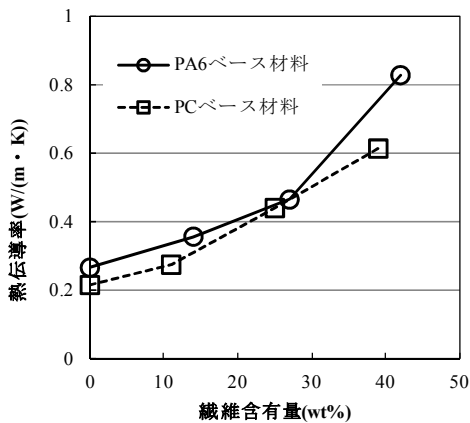


図2. 繊維混練物の熱伝導率変化(ベース樹脂比較)

**3.2 繊維径の比較** 直径50, 100, 200μmの純アルミ繊維をPA6に混練し、熱伝導率を比較した(図3)。結果として、繊維含有量0~50wt%の範囲では、熱伝導率に大きな差はみられなかった。50wt%以下の繊維含有量では、アルミ繊維同士の接触が少ないため、差がみられなかったと考えられる。

**3.3 試作方法による比較** 短繊維状のアルミ繊維を添加した場合、繊維径を変えても熱伝導率に大きな差はみられなかった。そこで、PA6含浸シートを用いて作製した混練物と、短繊維混練物の熱伝導率を比較した。結果を図4に示す。短繊維を使用した試作方法を①、PA6含浸シートを用いた試作方法を②とした。図4に示すように、両者の熱伝導率

には差がみられなかった。これは、アルミ繊維の強度が低いため、成形中に短尺化することに起因すると考えられる。

また、成形方法②について、繊維含有量62wt%の材料を作製し熱伝導率を測定したところ、その値は1.70W/(m·K)となった。これは、繊維含有量45wt%時(0.83W/(m·K))の約2倍であり、アルミ繊維を多量に添加しアルミ繊維同士の接触を増やすことで、熱伝導率が大幅に向上した。

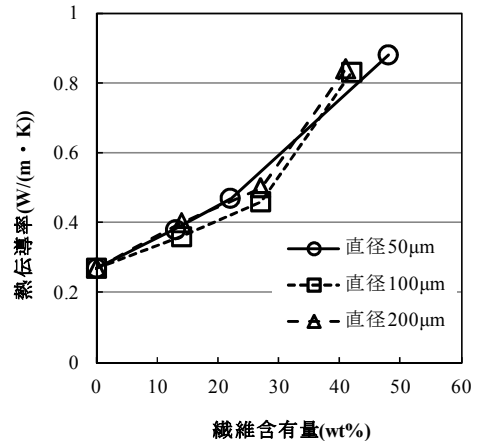


図3. 繊維混練物の熱伝導率変化(繊維径比較)

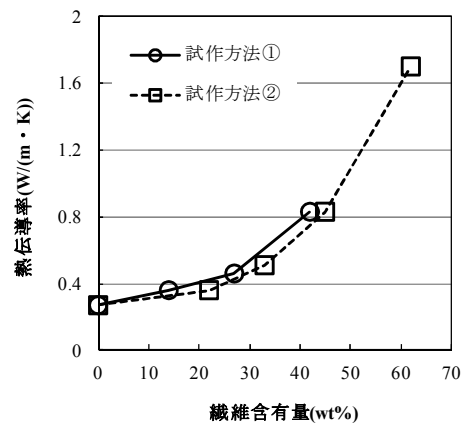


図4. 繊維混練物の熱伝導率変化(試作方法比較)

### 4. まとめ

- (1) ベース樹脂については、PCよりもPA6の方が熱伝導率を向上できる。
- (2) アルミ繊維不織布を用いても成形中に短尺化するため、短繊維の代わりに使用するメリットがない。
- (3) アルミ繊維含有量を60wt%以上にするすることで、熱伝導率は大幅に向上する。

(平成26年7月7日受付, 平成26年8月18日再受付)

### 文 献

- (1) 真田和昭, 倉知幹, 進藤裕英: 日本機械学会, 北信越支部, 第47期総会・講演会, 講演論文集, pp.177-178 (2010)
- (2) 清水紀弘: 第19回ポリマー材料フォーラム要旨, pp.113-114 (2010)
- (3) 株式会社ユニックス, アカオアルミ株式会社: 特許第3856790号