

平成 30 年 5 月 23 日現在

機関番号：12501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12285

研究課題名(和文)製品の長期使用を目的とした射出成型技術の確立

研究課題名(英文) Establishment of injection molding technology for long-term use of products

研究代表者

寺内 文雄 (Terauchi, Fumio)

千葉大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：30261887

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、様々な材料から成るフィラーを混練したプラスチックを射出成型機によって作製するための基礎的な技術を確立するとともに、フィラーを混練したサンプルが使用に伴ってどのように変化するかを明らかにすることを目的とした。具体的には、母材であるポリプロピレンに複数種類の金属粉やセラミック粉、和紙繊維を混練した後、手動式射出成型機によって、卵型形状のサンプルを作製した。これによりアバガ紙を混練したもの以外は比較的容易に成形ができることが判明した。また被験者実験によって成形直後のサンプルと振とう機により研磨した後のサンプルを比較することによって、フィラーと質感変化の関係を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：This study establishes basic technology for making plastics kneaded with fillers made of various materials by injection molding machine and examines how the sample kneaded with filler changes with us. First, a plurality of kinds of metal powder, ceramic powder, Japanese paper fiber were kneaded in polypropylene as a base material, and then an egg type sample was prepared by a manual injection molding machine. As a result, it was found that molding was possible relatively easily except for those kneaded with the paper. Finally, by comparing the sample immediately after molding with the sample polished by a shaker according to the subject experiment, the relation between filler and texture change was clarified.

研究分野：工業デザイン

キーワード：プラスチック 射出成形 混練 フィラー

1. 研究開始当初の背景

皮革や木材などの天然素材を使用した製品のなかには、使用に伴う経時変化によって質感が徐々に向上していくものがある。一方、プラスチックのような人工材料を用いた製品では、そのような例はほとんどない。佐藤らは、人工物設計においても使うほどそのものとしての価値が成長する「価値成長型デザイン」の必要性を示唆しており^①、著者らはこれまでに製品へ長期使用に影響を及ぼす感情的な要因について検討を行ってきた^②。加えて、前年度にはプラスチックに様々なフィラーを混練するための混練試験機を購入している。そのため混練試験機でプラスチックにフィラーを混練したものを、成形するための技術を確立する必要があった。

2. 研究の目的

本研究の主たる目的は、プラスチックにフィラーとして異なる素材を混練した混練物を成形するための具体的な技術を確立することである。そして、この技術を用いて高い質感を実現したプラスチックを開発し、さらに使用に伴って質感が向上するようなプラスチックに必要なフィラーを選定することを試みた。

プラスチックにフィラーを混練させることで、その質感を大きく向上させることができればプラスチックに塗装する必要はなく、工程や環境負荷を減らすことができる。加えて、使用に伴って質感が変化するようなプラスチックを開発できれば、これまで以上に製品の長期使用を促すことができるのではないかと考えた。

3. 研究の方法

(1) 混練したフィラーの種類

フィラーによってプラスチックの質感を変化させることを目的として、表1に示すような金属材料粉や和紙繊維、無機材料粉をポリプロピレンに混練することを試みた。図1にフィラーとした材料の一例を示す。

(2) ポリプロピレンへのフィラーの混練

ポリプロピレンと各種フィラーとの混練には、試験用混練機(ラボプラストミルCモデル, 東洋精機製作所製)を用いた。図2は各種フィラーをポリプロピレンに混練した後の状態である。異なる割合のフィラーをポリプロピレンに混練することを繰り返すことで、フィラーの種類や樹脂とフィラーの配合割合に応じて、混練速度や混練温度、混練時間などを調整する必要があることが確認できた。

(3) サンプルの成形

フィラーを混練したポリプロピレンの成形には、卓上手動式射出成形機(ハンドトゥルーダ PM-1, 東洋精機製作所製)を用いた。サンプルの形状は卵型となるようにした。こ

表1 サンプル作製に用いたフィラー

金属材料	和紙繊維	無機材料
1. 真鍮粉	1. 銀和紙	1. 黄色化粧泥粉
2. 銅粉	2. 雲竜紙	2. 白色化粧泥粉
3. 鉄粉	3. アバカ紙	3. 緑色化粧泥粉
4. アルミニウム粉	4. ココナッツ繊維入りアバカ紙	4. 茶色化粧泥粉
		5. 珪藻土



a)真鍮粉 b)アバカ紙 c)化粧泥粉 d)珪藻土

図1 混練したフィラーの一例



a) 真鍮粉+PP

b) アバカ紙+PP



c) 化粧泥粉+PP

d) 珪藻土+PP

図2. フィラー混練後のサンプル

の形状としたのは、サンプルを手掌で把持しやすいことと、転がすことができるからである。作製したサンプルの一例を図3aに示す。サンプル作製の過程で、フィラーの種類や配合割合によって射出成形機のシリンダー温度や金型温度を調整する必要があること、またフィラーとその配合割合によって射出成形の困難さが異なることが判明した。特に、和紙の配合割合が高いサンプルは、他のサンプルと比較して成形が難しい傾向にあった。

(4) サンプルの表面研削

射出成形直後のサンプルは、その表面が樹脂で覆われているため、内部のフィラーがほとんど露出していない。そこでフィラーを表面に露出させるために、サンプルの表面をサンドブラストによって研削した(図3b)。

(5) サンプルの質感評価実験

作製したサンプル計68種類を対象に、被験者を用いた質感評価実験を実施した。被験者は平均年齢約23歳の男女で計20名である。被験者は提示されたサンプルに触れないよ



a)射出成型直後のサンプル



b)表面研削後のサンプル

図3 成形後のサンプル

う注意しながら観察しながら、その印象を16対の7段階 SD 評価尺度によって評価した。得られた結果から各サンプルの評価平均値を求め、最尤法とプロマックス回転を用いた因子分析法によって集約した

(6) 使用に伴う摩耗を想定した表面処理による印象の変化

使用に伴うサンプル表面の摩耗が、質感の印象変化にどのような影響を与えるのかを明らかにするために、卓上振とう機ワンダーシェーカーNA-4X(日伸理化製)を用いて、サンプルの表面処理を行った。まず耐水ペーパー(#1500)をポリプロピレン製容器の底面に置いた後、オレイン酸と市販植物油からなる皮脂模擬液を加え、サンプルを9日間振とうさせた。ついで容器の底面のサンドペーパーを綿製の布に替え、仕上げ用研磨材と皮脂模擬液を加えた後、サンプルを7日間振とうさせた。その後、表面処理後のサンプルを対象に、再度被験者による質感評価実験を実施し、その結果を前述の因子分析のデータに加え再度分析した

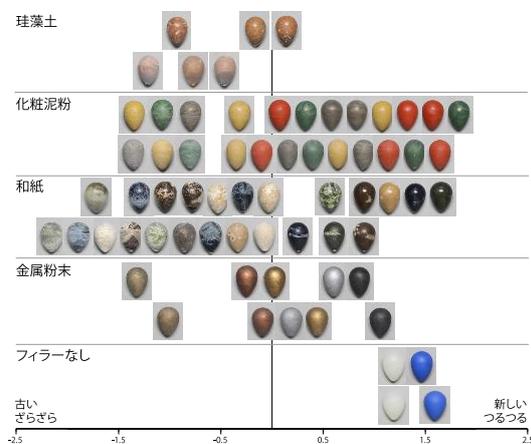
4. 研究成果

(1) 質感の評価構造

表2に因子分析によって得られた因子負荷量を示す。これにより、フィラーを混練したサンプルの質感は3つの因子に集約できることが判明した(累積寄与率:85.6%)。また各因子を構成する評価尺度から、第1因子は新品感因子、第2因子は硬軟感因子、第3因子は派手さ感因子と命名した。図5は、第1因子(新品感)における各サンプルの因子得点を布置した結果である。図の右側に位置するサンプルほど新しくてつるつるしており、図の左側に位置するものほど古くてざらざらしていることを表している。フィラーを混練していないサンプルを図の最も下部に布置した。これらのサンプルに対して、フィラーを混練したサンプルの多くは左側に位置している。このことからフィラーを混練することによって新品感を低減できる可能性が示唆された。図中、表面研削前のサンプルを上段に、研削後のサンプルを下段に示し

表2 得られた因子負荷量

評価項目	第1因子	第2因子	第3因子
	新品感	硬軟感	派手さ感
古いー新しい	0.980	-0.309	0.220
ざらざらーつるつる	0.895	0.218	-0.093
単純なー複雑な	-0.867	0.155	0.286
汚いーきれい	0.844	0.037	0.112
濡れたー乾いた	-0.835	-0.203	0.048
柔らかいー硬い	-0.218	0.975	-0.008
軽いー重い	-0.061	0.933	0.002
冷たいー暖かい	-0.170	-0.538	0.054
光沢のないー光沢のある	0.452	0.536	0.144
地味なー派手な	-0.045	-0.095	0.978
質素なー華やかな	-0.041	0.110	0.962
固有値	6.0	2.0	1.4
寄与率	54.5%	18.3%	12.9%
累積寄与率	54.5%	72.8%	85.6%



第1因子(新品感)の因子得点(上段が研削前、下段は研削後)

図4 サンプルの印象評価結果(新品感)

た。表面研削による印象変化は、混練するフィラーによってその程度が異なる傾向が見られた。金属粉末をフィラーとしたサンプルは、和紙繊維や珪藻土をフィラーとしたものと比較すると処理前後の差が小さい傾向にあった

(2) 使用に伴う摩耗を想定した表面処理による印象の変化

使用に伴うサンプル表面の摩耗が、質感の印象変化にどのような影響を与えるのかを明らかにするために、卓上振とう機ワンダーシェーカーNA-4X(日伸理化製)を用いて、サンプルの表面処理を行った。まず耐水ペーパー(#1500)をポリプロピレン製容器の底面に置いた後、オレイン酸と市販植物油からなる皮脂模擬液を加え、サンプルを9日間振とうさせた。ついで容器の底面のサンドペーパーを綿製の布に替え、仕上げ用研磨材と皮脂模擬液を加えた後、サンプルを7日間振とうさせた。その後、表面処理後のサンプルを対象に、再度被験者による質感評価実験を実施し、その結果を前述の因子分析のデータに加え再度分析した。

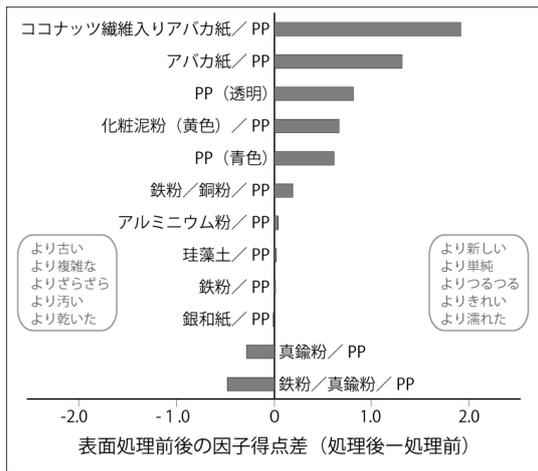


図5. 表面処理による新品感(第1因子)の印象変化

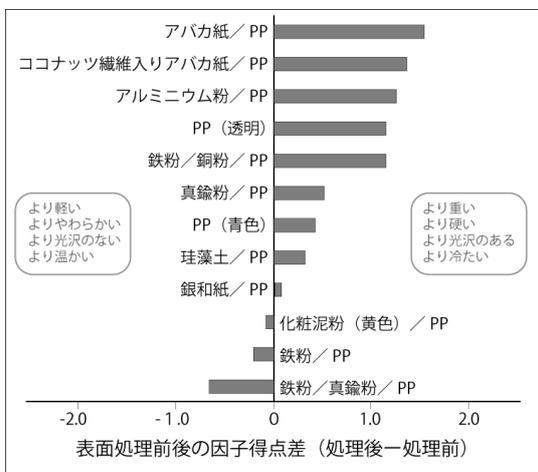


図6. 表面処理による硬軟感(第2因子)の印象変化

① 新品感の印象変化

図5は表面処理前後の第1因子：新品感における各サンプルの因子得点差を表している。図中の数値は値が大きくなるほど表面処理によって新品感が増加することを意味している。アバカ紙繊維や化粧泥粉をフィラーとしたサンプルは、この表面処理によって、より新しくつるつるした印象へと変化している。これは繊維が皮脂を吸着しているためと考えられる。

② 硬軟感の印象変化

図6は表面処理前後の第2因子：硬軟感における各サンプルの因子得点差である。図中の数値は大きくなるほど、表面処理によってより硬く、重い印象へと変化することを意味している。第2因子の硬軟感においても、第1因子と同様に、アバカ紙の繊維をフィラーとしたサンプルにおいて、印象の差が最も大きくなる結果となった。加えてアルミニウム粉を混練したサンプルやフィラーを含まないポリプロピレン、鉄粉や真鍮粉をフィラーとしたサンプルも硬さや重さの印象が増加する傾向にあった。

5. まとめ

本研究により、フィラーを混練したプラスチックを成形するために必要な技術を確認することができた。加えて、樹脂とフィラーを混練することで、その質感の印象が大きく変化することが確認できた。また使用に伴う摩耗によっても印象が少なからず変化する可能性が示された。今後の課題としては、実際に被験者に使用してもらい、その質感変化を観察することが必要と考えている。

<引用文献>

- ① 佐藤浩一郎, 松岡由幸: タイムアクシス・デザインとその具現化に向けた価値成長デザインモデルの提案, 横幹, 6(1), pp21-22 (2012)
- ② 寺内文雄, 久保光徳, 青木弘行: 愛着の発生に関わる因果モデルの構築, デザイン学研究, 51(6), pp. 45-52 (2005)

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計1件)

- ① 寺内文雄, 白柳爛, 佐藤浩一郎, 経時変化に伴う質感変化に着目した複合材料の提案, 日本デザイン学会第65回春季研究発表大会, 2018

6. 研究組織

(1) 研究代表者

寺内文雄 (TERAUCHI, Fumio)
千葉大学・大学院工学研究院・教授
研究者番号: 30261887

(2) 研究分担者

Ueda, Edilson S
千葉大学・大学院工学研究院・准教授
研究者番号: 50434341

(3) 研究分担者

久保光徳 (KUBO Mitsunori)
千葉大学・大学院工学研究院・教授
研究者番号: 60214996

(4) 研究分担者

樋口孝之 (HIGUCHI, Takayuki)
千葉大学・大学院工学研究院・准教授
研究者番号: 70375608