

## ポリプロピレン樹脂の射出成形による超撥水表面と家庭用樹脂製品への応用

梅田章広<sup>\*,†</sup>・堀端文枝<sup>\*</sup>・平井千恵<sup>\*</sup>・梅本大輝<sup>\*</sup>

\*パナソニック(株)アプライアンス社技術本部R&amp;Dサポートセンター 滋賀県草津市野路東2-3-1-2 (〒525-8555)

† Corresponding Author, E-mail: umeda.akihiro@jp.panasonic.com

(2017年11月27日受付, 2018年3月4日受理)

## 要 旨

本研究では、ポリプロピレン樹脂の射出成形によって、製品筐体の樹脂成形と同時に、製品表面に超撥水性を付与する試みを行った。本論文では、表面凹凸構造によって発現される撥水性において、マイクロメートルオーダーの形状寸法によって、接触角 $150^\circ$ を超える超撥水性の可能性について検討した。その結果、凸高さ、凸間ピッチ、凸先端曲率半径の寸法最適化により、ポリプロピレンの射出成形によって製品表面を接触角 $150^\circ$ 以上とすることが可能であることを確認した。

次に、家庭用樹脂製品に適用するための課題の一つである耐摩耗性の改善について検討した。その結果、凸先端の曲率半径を $5.0\ \mu\text{m}$ とすることで、接触角 $130^\circ$ と耐摩耗性とを両立できることを確認した。

これにより、従来の撥水剤の樹脂への添加やコーティングでは実現できなかった接触角 $130^\circ$ 以上の高い撥水性を付与した家庭用樹脂製品への展開が期待できる。

キーワード：超撥水表面, 射出成形, ポリプロピレン, 耐摩耗性, 溝構造

## 1. 緒 言

ハスの葉に落ちた雨の雫は、玉のようにコロコロと転がる。葉の表面の汚れを防いでいると考えられている。表面が液体をはじく性質は撥水性と呼ばれ、その指標は接触角によってあらわされる。ハスの葉のように、水滴に対する接触角が $150^\circ$ を超えるものは一般に超撥水性と呼ばれている。

ハスの葉を電子顕微鏡で観察すると、表面にはナノオーダーの凹凸構造物が形成され、その表面は低表面エネルギーの分泌物で覆われている<sup>1)</sup>。この表面の構造と材料物性によって凹凸構造にエアポケット(空隙)が形成され、高い撥水性が発現されている。

現在、表面に超撥水性を付与することを目的に、さまざまな処理法が開発されている。フォトリソグラフィなどによってあらかじめ微細凹凸加工した後、低表面エネルギー物質で被覆する手法<sup>2,3)</sup>、スプレー塗装などによって低表面エネルギー物質自体を堆積させ、微細凹凸構造を形成する手法<sup>4)</sup>等である。しかしながら、前者では材質(おもに無機物、金属)や形状(曲面、大面積に不向き)に加工制約が大きく、後者では堆積物の剥離が課題となり、また、両手法とも特殊な後処理工程を必要とする高コストな製造プロセスとなるため、家庭用製品への適用が進んでいないのが実情である。

一方、従来技術による撥水性(接触角 $100\sim 115^\circ$ 程度)については、比較的製造しやすいことから家庭用製品に適用されてきた。たとえば、フッ素系やシリコン系の撥水剤を混合した樹脂部材として、キッチンのワークトップ、トイレの樹脂製便器、バスルームの浴室壁や浴槽等がある。また、同様な撥水剤を表面にコーティングしたセラミックス部材として、クッキン

グヒーターのトッププレートガラス、トイレの陶器製便器等への応用も検討されている<sup>5)</sup>。

これらは、製品筐体の表面エネルギーを低下させることによって汚れ物質との密着力を低下させることに基づいた汚れ防止を目的としている。したがって撥水性が向上すれば製品機能の改善に繋がり、常に要望はあった。そして超撥水性まで性能を高めることができれば、液体汚れをはじき、コロコロと流れ落とすことが期待でき、格段の機能向上を図ることができる。さらに、ほかの製品への応用展開が広がることにもなる(たとえば、エアコンや冷蔵庫の結露水の流路に適用することによるカビ発生の抑制等)。

本研究では、家庭用製品の筐体として最も使用されている樹脂の一つであるポリプロピレン樹脂(以下、PP)の疎水性の表面物性を利用することで、射出成形による筐体成形と同時に凹凸構造を形成し、簡易な製造プロセスによって高い撥水性を製品表面に発現させることを狙いとする。そのためには、汎用工作機械で金型に凹凸加工でき、通常の射出成形機で転写可能な寸法領域で構造設計する必要があり、それはマイクロメートルオーダーでの寸法設計であった。

本論文では、マイクロオーダー寸法の形状因子として凸高さ、凸間ピッチ、凸先端曲率半径を最適化することによって、PPの射出成形体の表面に超撥水性を発現させることが可能であることを記す。また、凹凸構造の課題の一つである耐摩耗性について、凸先端の曲率半径の影響を評価し、家庭用製品への適用可能性について報告する。

## 2. 表面凹凸構造の撥水性の理論

平滑表面での液滴の撥水性は、固体-液体-気体間の3相接