



New "Film-on Graphics" technology for increased exterior design flexibility and weatherproofing

とされ、乗用車の内装、デジタル機器、携帯電話などに実用化されてきている。しかし、外装部品への適用はホイールキャップ等、単純形状の小物部品に限られていた。さらに、二輪車の外装部品に適用するためには、屋外での使用に耐える耐候性や耐傷付き性を満足し、かつ3次元曲面の樹脂や金属部品へ精度良く、しかも端部裏側までフィルムを巻き込ませて密着させることが必要となる。

ヤマハ発動機(以下、当社)では、二輪車外装部品に必要な機能を満足し、かつ塗装では不可能なレベルの意匠表現を可能にする新技術「フィルム・オン・グラフィックス(Film-on Graphics)」を開発したので、紹介する。

2 「フィルム・オン・グラフィックス(Film-on Graphics)」の特徴

外装部品に用いられる着色法は、図1のように分類される。原料着色法からフィルム成形法へと下方になる程、デザインの自由度が大きくなる。「フィルム・オン・グラフィックス」は、従来の真空成形法を改良発展させた真空加圧成形技術と、外装部品用に新たに開発した特殊印刷フィルムを組み合わせた技術であり、下記のような特徴がある。

- ①塗り分け、複雑なグラデーション、立体的な3D表現や、暗闇で光る蓄光表現等、高い意匠表現が自在にできる。
- ②外装部品に必要とされる十分な耐候性、耐傷付き性を満足する。
- ③3次元曲面を持つ樹脂および金属部品のいずれにも適用できる。また文字パターン等の位置決めが正確にできる。
- ④多種・少量やオーダーメイド生産への対応が容易である。
- ⑤製造時に発生するVOCを約5分の1に削減できる(部品1個あたり／当社溶剤系塗装比)。
- ⑥リサイクルへの対応が容易である。

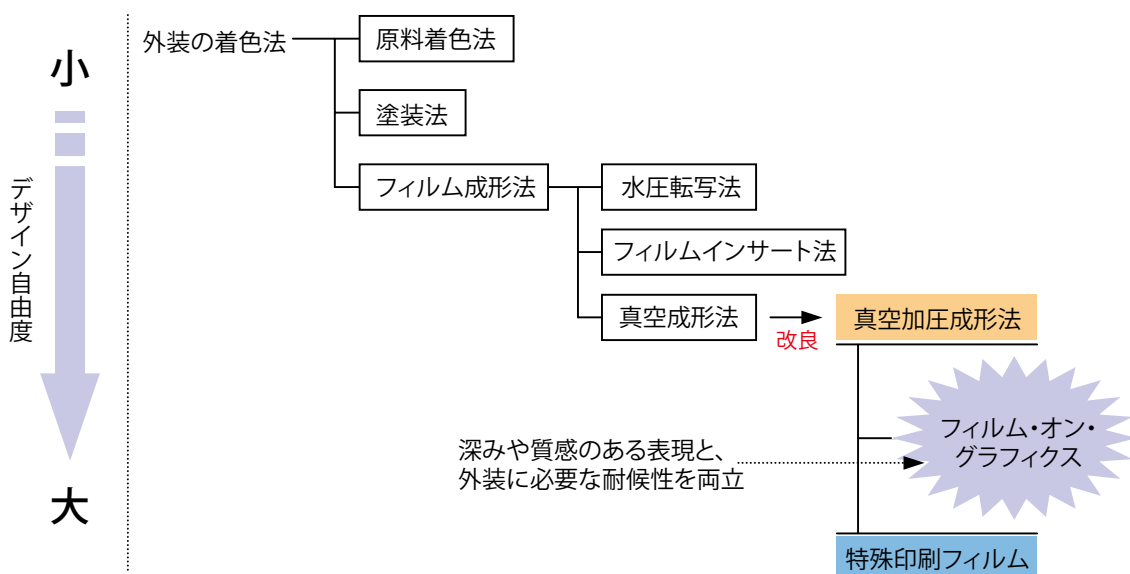


図1 外装着色法とフィルム・オン・グラフィックス

3 特殊印刷フィルムについて

図2は特殊印刷フィルム（以下、フィルム）の基本構造を示したものである。フィルムは、耐候性と耐傷付性を兼ね備えた表層、耐衝撃性と耐候性を持ち成形性が良い中間層、耐候性と成形性を持つ各種インクを使用して意匠表現した印刷層、耐候性を持ち対象物との良好な密着性を持つ接着剤層から成り、印刷を駆使した高い意匠表現を可能にするとともに、外装部品の表面に必要な耐候性、耐傷付性、さらに曲面を持つ対象物を被うための十分な成形性を満足している。今回の製品に使用したフィルムは、表層にアクリル系樹脂、中間層にポリカーボネート系樹脂を使用している。また、成形時の延伸加工により、その物性が失われないように、工夫している。

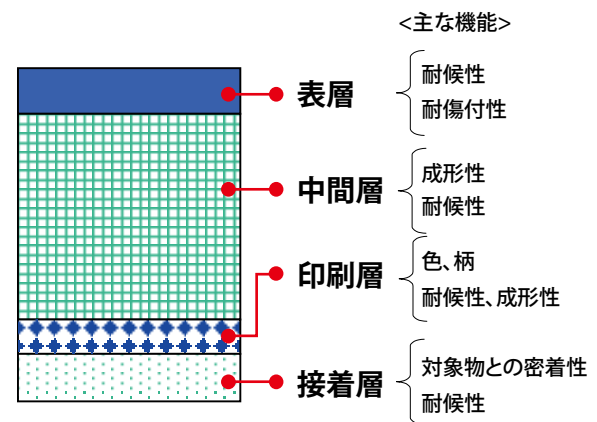


図2 特殊印刷フィルムの基本構造

4 真空加圧成形法について

真空加圧成形法の工程を図3に示す。

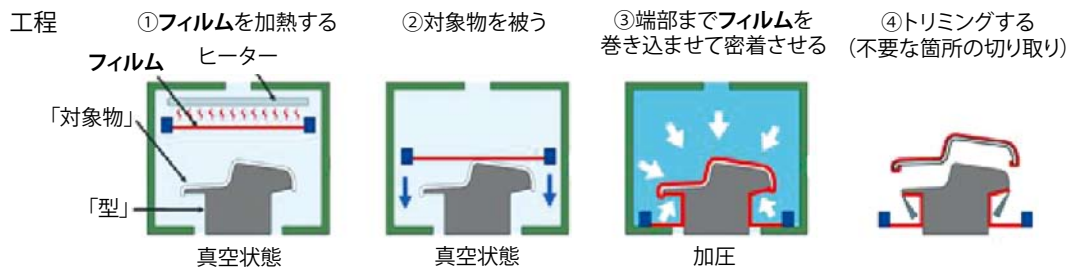


図3 真空加圧成形法の工程概略

- ① 真空状態の中でフィルムを適温に加熱する。
- ② 加熱後、フィルムを対象物に被せる。
- ③ ②（被覆）とほぼ同時に加圧状態にすることによって被着体に密着させる。この時、加圧により被着体の端部裏側までフィルムを巻き込ませることができる（端部巻き込みの例を図4に示す）。
- ④ その後、周りの不要フィルム部分をトリミングする。

真空状態でフィルムを最適な温度に加熱し、対象物に被せて加圧成形することにより、意匠面の気泡残留を防ぎ、端部裏側までフィルムを確実に巻き込ませることができる。また加圧することにより、フィル

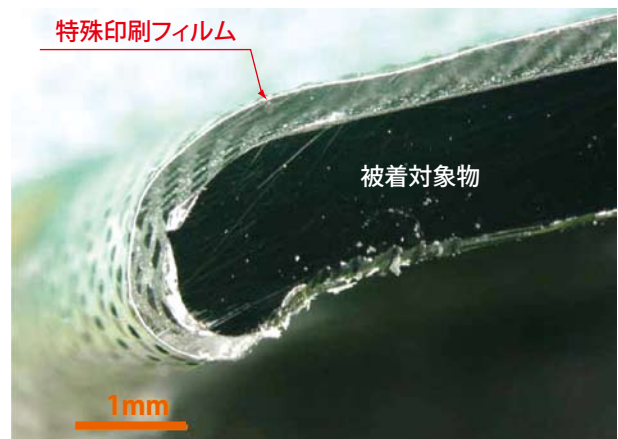


図4 製品端部巻き込み断面図

ムに塗布した接着材による密着を確実に行うことができる。従来の塗装で必要とされる「脱脂・乾燥・塗装・表面処理・グラフィックス貼り」等の工程に比べ、工程数や作業スペースが簡素化できるとともに、作業環境もクリーンであり、工程で発生するVOCも大幅に削減できる。

5 他のフィルム表面加工技術との比較

フィルム・オン・グラフィックスと他の主要なフィルム成形法の比較を表1に示す。今回開発したフィルム・オン・グラフィックスは、成形サイクルの短縮化が課題であるが、フィルム表面加工技術の中でも最も高い意匠表現が可能であること、文字パターン等の位置精度を要求する表現にも対応可能なこと、製品端部裏側まで加飾できること、などの点が優れている。

表1 各種フィルム成形法の特徴

	特徴	実用例
水圧転写法	①印刷による多彩な表現が可能 ②樹脂、金属のいずれにも使用できる ③印刷インクは水に浮かべる物に限られるため3D、蓄光は、難しい ④絵柄と対象物に位置ずれが生じやすい ⑤印刷層の保護コーティングが必要(塗装のトップコートと同じ)	・サイド・バイ・サイド・ビークルボディカバー(迷彩柄) ・自動車内装パネル(木目調)
フィルム・インサート	①印刷による多彩な表現が可能 ②生産性が高い ③曲面形状のものは、射出成形時に絵柄が流れやすい ④端部へのフィルム巻き込みは、難しい ⑤樹脂にしか使えない	・自動車内装パネル(木目調) ・携帯電話ケース(花柄等) ・自動車バンパー(単色)
真空加圧成形法 (フィルム・オン・グラフィックス)	①印刷による多彩な表現が可能 ②樹脂、金属のいずれにも使用できる ③絵柄と対象物の位置精度がよい ④端部へのフィルム巻き込みができる ⑤真空が必要なためサイクルタイムが長めになりやすい	・電動スクーター「EC-02」特別仕様車サイドカバー

6 耐候性と耐傷付性

外装部品として屋外で使用するための耐候性については、促進耐候性評価(SWOM:サンシャイン・ウェザオメータ)と屋外実曝露試験(日本、米国)を実施して評価した。図5はSWOMによる促進耐候性を示したものである。屋外曝露1年相当(600時間)で光沢保持率50%以上を大きくクリアしている。屋外実曝露試験は、国内での試験に加え、米国アリゾナ・フロリダでも1年間の試験を行った。図6はアリゾナでのその耐候性の一部の結果をΔE(色差)と光沢保持率で示したものである。1年経過後も色差3以下、光沢保持率50%以上を達成している。また、耐傷付性については、一般塗装基準の鉛筆硬度F以上に対してH以上を達成することができた。

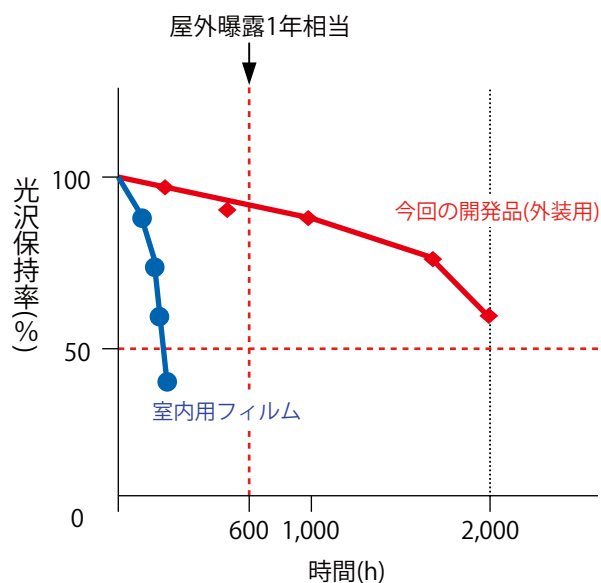


図5 促進耐候性結果

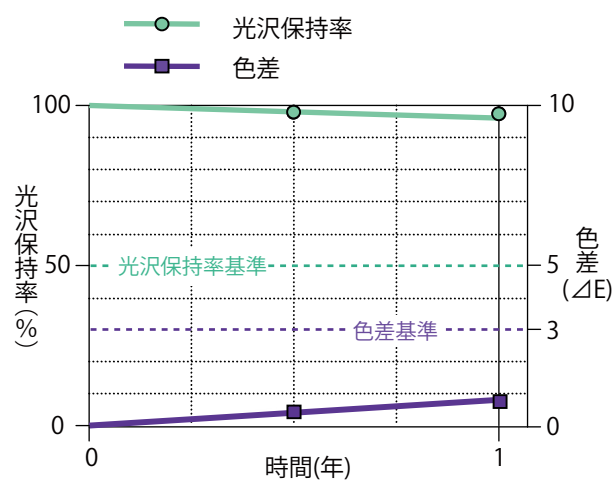


図6 屋外曝露試験結果(アリゾナ)

7 製品への展開

フィルム・オン・グラフィックスの特徴を活かせる製品として、まず当社製電動スクーター「EC-02」特別仕様車のサイドカバーに適用した。2種類(蓄光、3D)のパネルを図7に示す。それぞれ従来の塗装では不可能な意匠を実現するため工夫をこらした。



a. 蓄光



b. 3D

図7 蓄光と3Dサイドパネル

7.1 蓄光タイプ

発光現象としては、それ自体が発光するものと、「蓄光」と呼ばれるものに大きく分けられる。それ自体が発光するものとしては、夏の夜に光る蛍がすぐに思い浮かぶ。蛍の発光物質は、ルシフェリンと呼ばれ、ルシフェラーゼという酵素とATP(Adenosine TriPhosphate:アデノシン三リン酸)が働くことによって発光する。この他に、化学反応によって発光するものでケミカルライトと呼ばれるもの(夜店で売られている光る腕輪や棒等)や、物理的発光による発光ダイオード(LED)がある。

これに対して蓄光と呼ばれるものは、蓄光物質が吸収したエネルギーを放出することで発光する。暗闇で光る時計の針や文字盤などにも使われている。エネルギーの吸収・放出を繰り返すことで、何度でも発光させることが可能である。蓄光物質は、放射性のある物質が古くから知られているが、1993年に松

沢ら¹⁾によって安全な無機物質化合物で長時間蓄光効果のある材料が見つかった。今回EC-02に使用した材料は、この無機化合物の一種である。この物質を含んだインクをフィルムに印刷した。紫外線を含む光を吸収させた後、暗がりに製品を持ていくと発光が顕著に認められる(図7)。図8にJISZ9107に準拠して測定した蓄光パネルの発光減衰率を示す。発光環境によって大きく変わるが、十分な蓄光ができれば、消灯後1時間程度光っている。

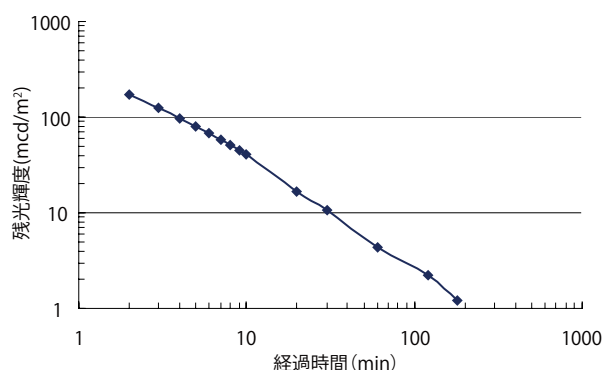


図8 残光輝度減衰率

7.2 3D(立体表現)タイプ

3Dタイプは、モアレ現象とレンズ効果を利用したものである。モアレとは、異なるピッチの格子を重ねたときに見られる実際には存在しない縞模様のこと、レースのカーテンが重なったときなどにも見られるものである。図9はフィルム表側からみた丸いレンズと四角い画素の拡大図である。フィルム裏側に四角の模様(画素)をサイドカバー1枚当たり約30万个規則的に印刷し、表側に画素とはピッチのずれた丸い凸レンズ配列を同数印刷することで、レンズの拡大効果とこのモアレ現象の相乗効果から、ひとつひとつの模様が大きくなり飛び出したりする画像を形成することができる。技術のポイントはコントラストのはっきりした印刷、レンズ層と印刷層との位置精度、成形時のゆがみを極力抑えること等である。

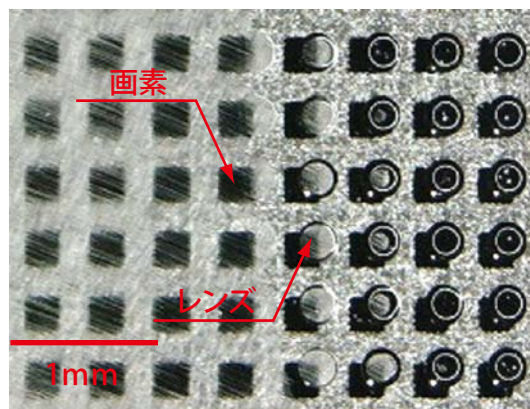


図9 3Dレンズと画素拡大写真

8 おわりに

フィルム・オン・グラフィックスは、これまでの塗装、グラフィックテープの代替ではなく、より付加価値の高い意匠表現が可能な新しい外装部品技術である。生産時のVOC排出量の少ない環境対応型の技術でもあることから、今後より多くの商品への展開すべく、一層の技術開発、コスト開発を進めていきたい。

■参考文献

- 1) 松沢ら 「第248回蛍光体同学会」 1993年11月 pp.7-13
- 2) 実用プラスチック成形加工辞典 産業調査会
- 3) プラスチックフィルム 沖山聡明 技法堂出版
- 4) プラスチック Vol. 56 No.8 「真空成形法を利用した三次元表面加飾技術」 三浦高行 工業調査会
- 5) プラスチック Vol. 57 No.7 「外観のデザイン自由度と耐候性を両立するフィルム・オン・グラフィックス」両角ら 工業調査会

■著者



両角 直洋

Naohiro Morozumi

コーポレートR&D統括部
コア技術研究部



鈴木 康男

Yasuo Suzuki

コーポレートR&D統括部
コア技術研究部