

# ホットスタンプの高延伸・高耐候化技術

## <3次元形状への適用拡大と自動車外装への展開>

森六(株) 伊藤 大樹・廣瀬 史也

### 1. はじめに

お菓子の化粧箱に施された金色や銀色の文字、ハードカバー書籍の表紙に輝くタイトル。これらは箔押し、すなわちホットスタンプと呼ばれる古くからの加飾技術によるものである。紙製品だけでなくプラスチック製品にも広く用いられ、高級感のある外観を短工程で実現できることから、家電や化粧品容器など幅広い分野で採用されてきた。自動車産業では従来、内装部品を中心に採用されてきたが、近年は欧州を起点に外装部品への採用が拡大している。

その背景にあるのは環境規制の強化である。フロントグリルは車の顔であり、従来から湿式めっきによる金属調の高級感あるデザインが主流となっている。しかし、湿式めっきは廃液処理上の環境負荷が高く、特に欧州では化学物質規制の厳格化 (RoHS指令、REACH規則) により、クロムめっきの削減が強く求められている。ホットスタンプは、工程の脱溶剤化、省エネルギー化、CO<sub>2</sub>削減といった環境性能の面で優位性があり、めっき代替として採用が先行している。加えて、電動化の進展によりフロント周辺にはレーダーやカメラ、LiDARが密集し、意匠と電波透過性の両立も求められており、箔の層構成設計で対応しやすいホットスタンプが選ばれやすい状況にある。

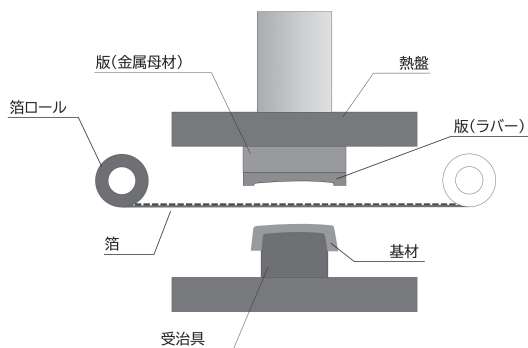
本稿では、ホットスタンプの原理と特徴、他の加飾技術との比較、採用背景を整理したうえで、従来技術の限界と、高延伸・高耐候化により何が変わるのかを解説する。

### 2. ホットスタンプの基本原理と技術的特徴

#### 2-1 基本原理

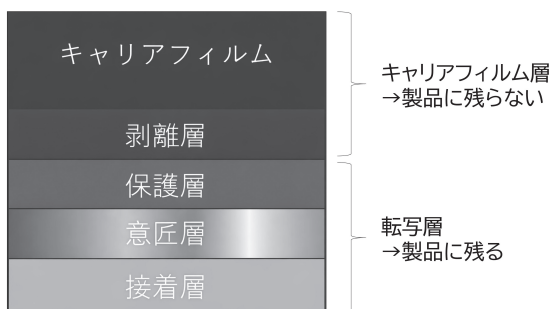
ホットスタンプは、加熱したラバー版で箔を押圧し、箔の転写層のみを成形品表面に移し替える技術である。ラバー版とは、金属を母材として押下面に

シリコンラバーを貼り合わせた部材である。シリコンラバーの弾性により3次元形状への追従性が高まり、同時に圧力を分散する役割を果たす(第1図参照)。

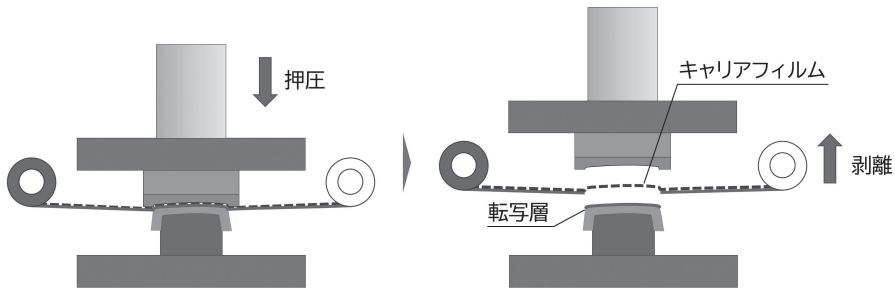


第1図 基本構成

箔の層構成を第2図に、転写工程を第3図に示す。箔はキャリアフィルム側から順に、離型層、保護層(ハードコート層)、意匠層(蒸着金属、顔料等)、接着層からなる多層構造である。加熱・加圧により接着層が軟化し、成形品表面へ濡れ広がって固化することで密着する。その後キャリアフィルムを剥離すると、必要な層のみが成形品表面に残る。



第2図 箔構成



第3図 ホットスタンプの転写工程

加工条件は主に温度、圧力、加圧時間で決まる。温度が不足すれば接着層の熔融不足による未転写や剥がれが出やすく、過度に上げれば意匠層の変色、基材の熔融や熱変形を招く。圧力も同様で、低すぎると未転写、高すぎると成形品の局所凹み、設備・版・治具の破損につながる。

塗装と異なり膜厚が薄く(5～20 μm程度)、短サイクル(数秒)で高光沢・シャープな輪郭が得やすい。一方、転写は箔と成形品表面の界面で起きるため、成形品表面の粗さ、ウェルド、離型剤残渣、樹脂の種類による接着性の違いが不良として顕在化しやすい。転写品質は基材の成形品質に大きく左右されるため、成形工程との連携が重要となる。

### 2-2 他の加飾工法との比較

自動車部品の加飾技術として、塗装、湿式めっき、真空蒸着、フィルムインサート成形(成形時に加飾フィルムを金型内に配置し、基材と一体化する工法)などが存在する。これらと比較したホットスタンプの特徴を整理する。

塗装は、最も汎用的な加飾技術であり、色彩の自由度が高く、厚膜で下地を隠しやすい利点がある。しかし、VOCの放出、乾燥工程でのエネルギー消費、塗装ブースの設備規模が課題となる。また、金属調の表現力はホットスタンプに劣る。

湿式めっきは、本物の金属層を形成するため、最も高い金属質感が得られる。しかし、各工程で薬品を使用し、廃液処理上の環境負荷が高い。加えて規制の厳格化により、めっき削減の動きが加速している。

真空蒸着は、真空中で金属を蒸着させる技術であり、薄膜で高い金属光沢が得られる。環境負荷も比較的小さい。ただし、真空装置が必要で設備投資の負担から、量産性の面で制約がある。また、部分加飾がしにくく、全面加飾が基本となる。

フィルムインサート成形は、成形と同時に加飾を行

うため、工程統合の効果が大きい。ただし、成形条件と加飾条件の両立が必要で、設計自由度が制約される。また、加飾フィルムを成形時に一体化するため、成形後にグレード別の意匠変更や部分的な加飾の追加・変更は難しい。

各工法はそれぞれ固有の強みを持つが、環境負荷の低減、後加工による部分加飾の柔軟性、および意匠と機能の層構成による作り分けという観点においては、ホットスタンプが他工法に対して優位性を発揮しやすい。特にセンサー共存が求められる電動車向け外装部品では、箔の層構成設計により電波透過領域と加飾領域を一部品上で両立できる点が、他工法では実現しにくい差別化要素となる。

## 3. ホットスタンプのメリット

ホットスタンプの利点は、①環境性、②1型多仕様の容易さ、③意匠表現の3領域に整理できる。

### 3-1 環境性

湿式めっきは、脱脂、エッチング、活性化、めっきといった多段階の湿式工程を経て加工されるため、大量の薬品と水を使用し、排水処理や廃液管理の負荷が大きい。一方、ホットスタンプは箔を熱と圧力で転写するだけであり、廃液が発生しない。また、溶剤の使用量が少ないため、塗装と比較しても環境負荷を下げやすい。工程のシンプルさと相まって、環境面での優位性は高い。

エネルギー面でも利点がある。塗装では乾燥炉での加熱が必要で、大量のエネルギーを消費する。湿式めっきも、各湿式工程での加温管理や排水処理設備の稼働に継続的なエネルギーを要する。ホットスタンプは、ラバー版の加熱のみで済み、乾燥工程も不要なため、電力消費量が少なくCO<sub>2</sub>削減に寄与する。

### 3-2 1型多仕様の容易さ

ホットスタンプは、射出成形された芯材に後加工で加飾するため、一つの成形金型で多様な仕様展開

が可能である。具体的には、加飾なし仕様、部分加飾仕様、色替え仕様などを、成形金型を変更することなく実現できる。

自動車では、グレード別に意匠を変えたい場合、塗装やめっきでは塗料変更や工程追加が必要となるほか、工法や加飾膜厚が異なる場合は他部品との合わせ部の寸法に影響するため別の金型が必要になる場合がある。ホットスタンプでは、箔の種類や転写パターンを変えるだけで対応でき、設備投資や工程変更が最小限に抑えられる。この柔軟性は、部品共通化と商品力の両立に寄与する。

### 3-3 意匠表現

蒸着層による金属調の高輝度表現だけでなく、顔料層によるソリッドカラーや柄意匠も可能であり、マット、ヘアライン、微細パターン、半透過など、箔設計で幅広い外観を作り込める。また、部分加飾がしやすく、必要部位だけを狙って転写できるため、マスキングや2次加工の負担を抑えられる。外観を作りたい場所と、機能を優先したい場所（センサー窓など）を同一部品上で切り分ける設計にも相性が良い。

## 4. 従来技術の課題

### 4-1 延伸性の制約

従来の転写箔は、各層（キャリアフィルム、保護層、蒸着金属層、接着層）の延伸性がいずれも低い。このため、深絞り形状の基材にホットスタンプする際、箔が形状に追従できず、圧力が十分にかからないため意匠が転写されない部分が生じる。また、角部などでは箔が追従しきれずにシワが入る。無理に延伸させようとしても、保護層や蒸着金属層が割れてしまい、意匠が損なわれる。このため、ホットスタンプの採用はフラットまたは緩やかな曲面形状に限定されてきた。この延伸性の制約がデザイン制約につながり、採用できる部品が限られていた。

### 4-2 耐候性の不足

従来のホットスタンプ箔は、紫外線、温度変化、雨水、湿度といった屋外環境に対する耐久性（耐候性）が十分ではなく、日本の自動車メーカーが設定する耐候性基準をクリアすることが困難であった。このため、耐候性を促進して評価する促進耐候性試験（サンシャインウェザーメーター、キセノンアークなど）において、変色、光沢低下、クラックなどの劣化が発生し、自動車外装部品としての承認を得られないケースが多かった。

この耐候性不足により、ホットスタンプは主に自動

車内装部品に限定され、外装部品への採用は極めて限定的であった。

## 5. 新規開発による課題の解決

### 5-1 高延伸箔の開発

前項で述べた延伸性の課題を解決するため、高延伸箔の開発を行った。延伸性の高いキャリアフィルム（易成形PET）を基材とし、その上に延伸性を備えたUV硬化式ハードコート層、蒸着層、接着層を積層する。重要なのはキャリアフィルムのみを高延伸材料に置き換えるのではなく、機能層も含めて箔全体として3次元形状に追従できる設計とする点であり、延伸性と各層の表面性能のバランスを確保している。

特に蒸着層については、延伸性を確保するため不連続蒸着を用いる。従来の金属蒸着は連続蒸着膜を用いるのが一般的であるが、3次元形状への追従に伴い箔が成形品表面に沿って引き伸ばされる際にクラックが生じやすく、金属光沢が損なわれる問題があった。これに対し不連続蒸着では、蒸着層の金属を島状の微細構造として形成する。島と島の間の空隙が追従時に開くことで、金属そのものを大きく伸ばすことなく形状に追従できる。また島が微細かつ均一に分布するため、肉眼では連続面に近い反射が得られ、金属光沢を維持したまま3次元形状への追従が可能となる。

さらに本開発では、箔（フィルム）の設計に加え、その性能を十分に引き出すホットスタンプ加工条件と版設計を併せて最適化した。具体的には、ラバー版温度、加圧力、加圧時間の組合せを最適化するとともに、3次元形状部でも押圧が安定するようラバー版の形状・硬度・厚みを設計し、圧力分布の均一化を行った。これにより、深絞り形状や曲率変化の大きい部位における未転写やシワの発生を抑制し、意匠層の連続性と金属光沢を維持した安定転写を実現した。

これらの材料設計とプロセス条件を一体で最適化することで、従来は困難であった深絞り形状や複雑な曲面形状への転写が可能となり、適用できる部品の範囲が大幅に広がる。

### 5-2 高耐候性の実現

外装用途で要求される耐候性を満たすため、保護層の材料設計がポイントとなる。紫外線吸収剤と光安定剤（HALS：Hindered Amine Light Stabilizer）を保護層に配合し、紫外線による樹脂劣化と金属層の酸化を抑制する。紫外線吸収剤は有害な紫外線を

吸収して熱エネルギーに変換し、光安定剤は、紫外線などで生じるラジカルによる連鎖反応を止め、樹脂の劣化進行を抑制する。これらを組み合わせることで相乗効果が得られる。

ここで重要なのは、延伸しても耐候性を確保することである。箔が延伸されると保護層が薄くなり、微細クラックが発生しやすくなる。そこから紫外線や水分が侵入し、劣化の起点となる。高延伸箔では、延伸後も保護層の連続性とバリア性を維持できる材料設計が求められる。延伸時に分子配向が起きても、耐候性添加剤の機能が損なわれない配合の最適化が行われている。

## 6. 新規開発による効果

高延伸／高耐候箔の開発により、ホットスタンプの適用可能形状範囲が大きく拡大した。第4図に示すように、従来箔では転写可能な範囲は上面フラット部に限られ、端末の角R部をR0.5 mm以下に設定したうえで意匠を見切る必要があった。角R部への追従が困難なため、意匠がそこで途切れることを前提とした部品設計を強いられていた。これに対し高延伸箔では、第5図に示すように、上面の曲面から側面へと連続して追従し、5～10 mmの深さまで意匠を途切れなく転写することが可能となった。これにより、従来は見切りを前提とせざるを得なかった曲面末端部の意匠連続性が確保され、部品設計の自由度が大きく向上した。

また、外装部品での採用を見据え、高耐候性設計により耐候要求を満たす外観保持性を確保しやすくなった。これらにより、従来はフラット形状中心であっ

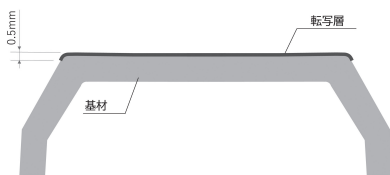
たホットスタンプが、3次元形状を含む外装意匠部品へと展開可能となり、意匠設計の選択肢が大きく広がった。

## 7. おわりに

本稿では、ホットスタンプの採用を制約してきた延伸性と耐候性の課題に対し、高延伸／高耐候箔による解決アプローチを示した。これにより、従来はフラット形状中心であった適用範囲が、深絞りを含む3次元形状へと拡大し、自動車外装部品における意匠設計の選択肢が広がった。今後はフロントグリル等の外装意匠部品を起点に、意匠の高度化や機能要求(センサー共存など)との両立を実現し、ホットスタンプをめっき代替にとどまらない価値創出技術として発展させていく。

### 【筆者紹介】

伊藤 大樹・廣瀬 史也  
森六株 開発部 開発課



第4図 従来箔の転写可能範囲



第5図 開発箔の転写可能範囲