

佐野 公大 大石 武司 大村 尚生 大城 竜伯

### Abstract

The Insert-Graphic method involves film which is decorated and preformed being set in the mold and then injected. This method allows resin and film to be combined at once. Compared to conventional partial graphics, this method can obtain a seamless, highly scratch-resistant and large decorative area. It was used on the side cover of the 2014 YZ450F, and in-house production began (Figure 1).

In inserted graphics mold processing, the design shape is printed on a flat film which is then heated and molded through vacuum pressure after it softens (Figure 2). The problem with this process was that the printed design distorted. Therefore, correcting the printed shape takes repeated trial and error, and to get a good result takes a long time and significant cost.

In response to this problem, simulations were used to estimate design warping in the preforming process, which reduced distorting corrections, thereby reducing lead times. This report discusses this technology and its results.

## 1 はじめに

インサートグラフィック工法は加飾したフィルムを金型形状にプリフォーム（賦形）して射出成形することで樹脂と加飾フィルムが一体となった成形品が得られる工法である。従来の部分的なグラフィックと比較すると、段差がない、耐擦り傷の向上、加飾範囲の向上などの利点があげられることから、2014年のYZ450Fサイドカバーに採用され社内にて生産が開始された（図1）。



図1 YZ450Fサイドカバー

インサートグラフィック成形の賦形工程では、意匠形状をフラットなフィルムに印刷した状態からフィルムを加熱し、軟化後に真空圧空成形により賦形する（図2）。この工程において、印刷した意匠がゆがむ課題があった。そのため印刷形状の修正は試行錯誤を繰り返しながら決定しており、満足な意匠を得るまでに時間とコストが必要となっていた。

この課題に対し、賦形工程での意匠ゆがみをシミュレーションで予測することで、ゆがみ修正回数を減らし、リードタイムの短縮を達成した。本稿では、その技術と効果について紹介する。

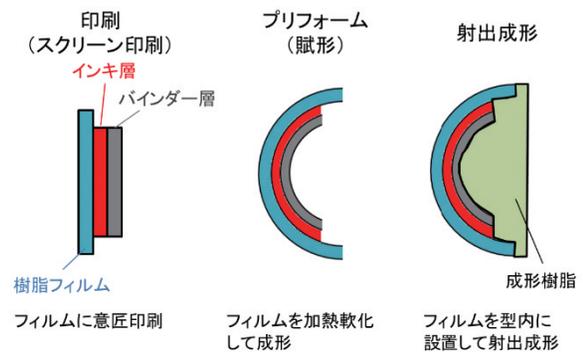


図2 インサートグラフィック工法

## 2 製造上の課題

インサートグラフィック工法は、大きく分けて賦形工程と射出成形工程に分かれる。通常インサートグラフィック工法が適用される部品の多くは比較的平坦で凹凸の少ない部品が多い。一方当社で採用したサイドカバーは、凹凸がある深い形状となっている。そのため平面のフィルムに印刷された意匠形状は、賦形と射出成形工程後にはゆがみと位置ズレを伴っていた。良品となる目標ラインを得るために、印刷版下データの補正は試行錯誤を繰り返して作り込みをする必要があった。インサートグラフィック工法を初採用した当初の初版と、最終的に修正を繰り返してOKとなった最終版の結果を示す（図3）。

初版ではYZ450Fの文字が成形品範囲を超えて大きく位置ズレしていることが確認できる。



a.初版賦形後フィルム



b.最終作り込み後フィルム

図3 フィルム修正前後の比較

### 3 ゆがみ予測技術の取り組み

#### 3-1. ゆがみ発生工程の検証

工法の特徴上、意匠のゆがみが発生する可能性は大きく分けて2つ考えられた。1つは賦形工程でフィルムが引き伸ばされることによるゆがみである。もう1つは射出成形工程におけるフィルムセットのぼらつきおよび、金型形状に転写される際のフィルム変形によるものが考えられた。そこで賦形工程完了後の印刷パターン（アウトライン）を基準とした時の、射出成形工程後の意匠形状の変形量を調査した。

測定方法は、非接触形状測定機を用いて測定し、そこから得られるアウトラインカーブをn=5で比較した。

その結果、成形工程でのアウトラインの変形量は目標ラインの公差内に収まっていることがわかった。このことにより問題となるゆがみは賦形工程が支配的であり、賦形工程におけるフィルムの伸びを予測することをターゲットとした。

#### 3-2. ゆがみ補正技術について

ゆがみ予測技術の概要を簡単に説明する。フィルム賦形解析をすることで、フィルムの変形およびひずみ分布が求まっている。そこに目標とする意匠アウトラインを投影する。次に逆解析手法にて賦形後のフィルムを賦形前の2Dに展開を行うことで投影ラインが追従し、ゆがみ補正が見込まれた印刷形状を得ることができる（図4）。

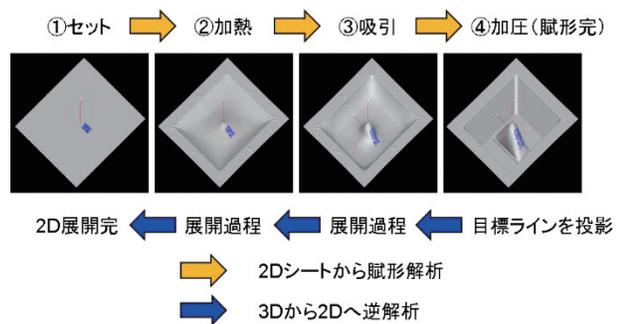


図4 2D展開方法の説明

また解析結果からは、ゆがみ予測のほかにもいくつかの賦形不良も予測可能となる。板厚減少率の結果からはフィルムの破れの危険性が予測できる。高低差の大きい形状やフレット部では注意が必要となる（図5）。また公称ひずみの結果からは、フィルムの過大変形による白化やインキのひび割れが予測できる（図6）。



図5 フィルム破れ



図6 フィルム白化

#### 3-3. 基礎実験による解析検証

ゆがみ予測を検証するため、伸びが大きく発生する山型を製作し検証することとした（図7）。



図7 基礎実験型

解析に必要なフィルムの物性を取得し、その他の解析パラメータを合わせ込むことでフィルムのひずみ分布が実測と一致した。解析で予測したゆがみ補正ラインを2D印刷し、賦形した結果を示す(図8)。

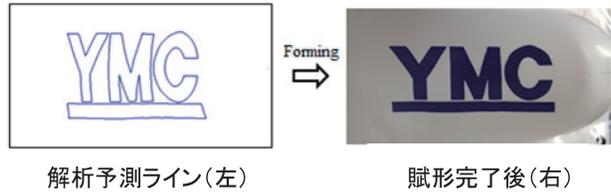


図8 ロゴ補正事例

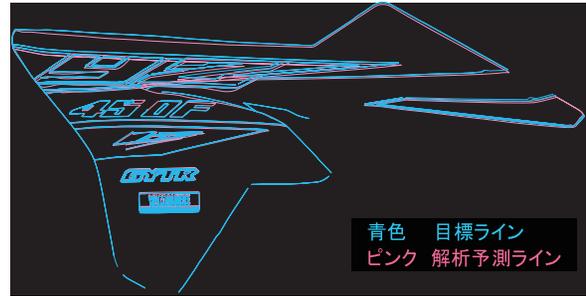


図10 シミュレーション予測と目標ライン

表1 目標ラインと実機の誤差量

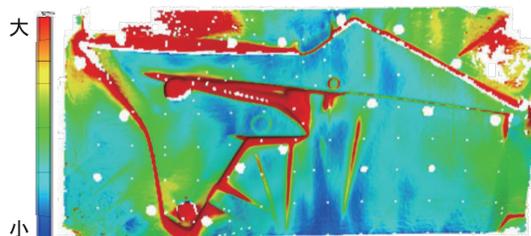
評価部位	補正技術なし	補正技術あり
YZ	12mm	2mm
YAMALUBE	8mm	1.2mm
後端部	14.6mm	1.1mm

## 4 実機検証結果

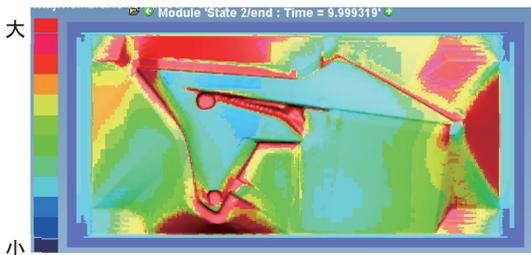
### 4-1. YZ450Fモデルによる検証

ゆがみ補正予測精度を決定するのが、賦形時のフィルムのひずみ量とその方向である。精度の検証として、実際のフィルムのひずみを計測し、解析結果と比較した(図9)。

ゆがみ予測技術を適用した初版アウトラインと目標ラインを比較した結果を図10に示す。また、補正技術ありとなしでの目標ラインとのズレ量を数値で比較した結果を表1に示す。



a. 実機



b. シミュレーション

図9 フィルムひずみ比較

### 4-2. 量産適用状況

シミュレーションによる意匠補正技術の有効性が確認されたことから、YZのみならずWRにも賦形予測技術の適用が開始された。ゆがみ発生による印刷版修正回数は、インサートグラフィック工法を採用した当初の6回から大幅に削減することができた(図11)。

コンペモデルでは毎年カラーチェンジモデルが開発されることから、多くのモデルで適用されている(図12)。

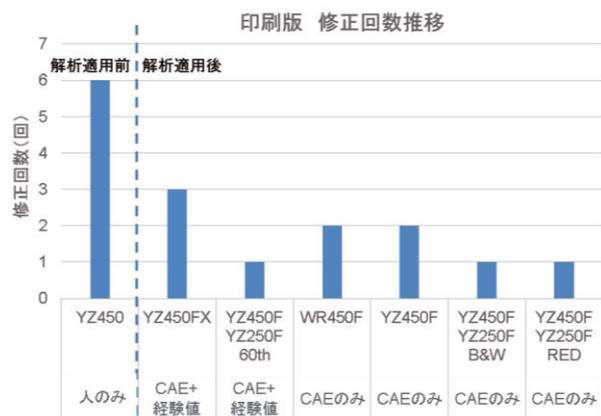


図11 印刷版修正回数推移



図12 インサートグラフィック適用部品事例

■著者



**佐野 公大**  
Masahiro Sano  
PF車両ユニット  
コンポーネント統括部  
生産技術部



**大石 武司**  
Takeshi Oishi  
EGユニット  
コンポーネント統括部  
材料技術部



**大村 尚生**  
Naoki Oomura  
PF車両ユニット  
コンポーネント統括部  
生産技術部



**大城 竜伯**  
Tatsunori Ohshiro  
PF車両ユニット  
コンポーネント統括部  
外装ユニット技術部

## 5 おわりに

賦形工程でフィルムが伸ばされることによって生じる意匠のゆがみをコンピュータシミュレーションで予測できるようになり、以下の成果を上げることができた。

- ・意匠修正精度は5%を達成
- ・意匠修正期間を5ヶ月（修正5回）から2ヶ月に短縮
- ・修正回数を5回から1回に短縮
- ・賦形伸び限界を事前に把握し、意匠要件の提示が可能

フィルム加飾技術は、魅力技術の向上に寄与できることから展開が期待されている。市場のトレンドに素早く対応することで、お客様のニーズに沿った商品が提案できる工法としてさらなる技術開発を進めていく所存である。

■参考文献

[1] 新川真人：ゆがみを考慮したフィルムインサート成形ブリフォーム時のフィルム印刷形状の予測手法，型技術者会議2014