

# 高品位金属加飾部品を実現するプレス技術

Press Technology to Achieve High Quality Metal Decorative Parts

水野 翔太  
Shota Mizuno

三田 友紀  
Yuki Mita

峯 英生  
Hideo Mine

切通 毅  
Takeshi Kiritoshi

井芹 充博  
Mitsuhiro Iseki

## 要 旨

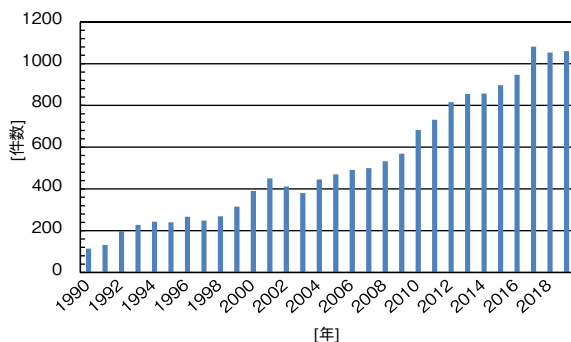
切削品および樹脂めっき品同等の外観意匠性を有する金属加飾部品を、生産性の優れた後加工なしのプレス加工により低コストで提供する技術を開発した。本開発では、金属薄板のプレス加工で車載電装品の操作ノブの形状を成形する。金型内での材料流動、圧力、形状制御によりR0.2 mm以下のエッジ、樹脂めっき品同等の光沢感を実現する。加えて、金型内で深さ10 μm～15 μmの切削溝を均一に転写することにより切削品同等の干渉縞（じま）を発現する。これらにより、上記の従来工法の半分以下のコストで、切削品および樹脂めっき品同等の外観意匠性を有するプレス加工品を提供する技術を確立した。

## Abstract

We developed technology to provide metal decorative parts whose appearance is equal to that of machined metal or metallic plated parts with low cost and high productivity by press without post-processing. In development, we can form the shape of the control knob of automotive electrical components by pressing a thin metal plate. We can achieve round edges less than 0.2 mm and the same luster as that of metallic plated parts by control of the material flow, pressure, and shape in the press tooling. Additionally, we can produce interference fringes by uniform transfer of the cutting groove in a depth of 10 μm to 15 μm with the tooling. As a result, we have established the technology to provide pressed products whose appearance is equal to that of machined metal or metallic plated parts with less than half the cost of the conventional process.

## 1. はじめに

自動車の内装部品をはじめ、建材、家電部品などにおいて、デザイン性が要求され、さまざまな加飾技術が製品デザイン性の向上のために用いられている。第1図は1990年から2019年までの30年間に国内に出願された特許および実用新案に「加飾」という言葉が使用された件数を示している[1]。ここ30年間、上昇傾向であることから加飾技術の需要の高さが読み取れる。



第1図 国内の特許および実用新案に「加飾」という言葉が使用された件数(1990-2019年)[1]

Fig. 1 Number of cases where the word "decorative" was used in domestic patents and utility models (1990-2019)

また、近年において加飾は従来目的であった意匠性の向上のみにとどまらず、触覚的、聴覚的、嗅覚的な心地よさなど各種機能も合わせた「機能性付与加飾」として展開が進んでいる[2]。

特に欧州では、木、革などの本物素材志向が日本よりも高く、金属外観においても、触れた際の冷感といった触覚的要素も重要視されているため、ステンレス、アルミニウムといった本物の金属を用いた加飾技術のニーズが大きい。

当社においても、デザイナーからの金属外観部品に本物の金属を使用したいという要望が非常に高まっているが、切削などの従来工法ではコスト面がネックとなり、採用できないケースが多く、課題となっている。

## 2. 従来工法の課題

### 2.1 従来金属加飾工法の課題

従来、立体形状を有し、金属外観の高意匠が必要とされる部品においては、金属の切削加工、プレス加工品への研磨などの後加工、樹脂成形品にめっきするなどの金属加飾工法が用いられてきた。

切削加工は、金属の塊を工具で削ることで成形する方法で、フライス加工や旋盤加工などが一般的に用いられる。精度が高く、本物の金属の質感を活(い)かすこと

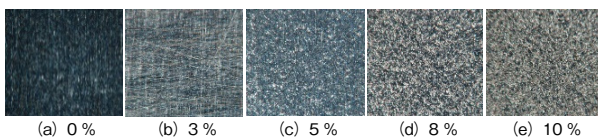
ができ、加工痕によって発現される干渉縞に関しても、その意匠性が高く評価されているが、一方で加工に時間がかかり生産性が悪く、材料ロスも多いため、コストが非常に高くなるという課題がある。

そこで、近年は樹脂成形品にめっきなどの表面処理をして、金属外観を表現する加飾工法が主流となっている。ABS（アクリロニトリル、ブタジエン、スチレン共重合合成樹脂）、ポリプロピレンといった材質の樹脂成形品の表面にエッチングや金型形状の転写などを用いて凹凸を施し、アンカー効果によってめっき層と接合する工法が一般的であり、切削加工より低コストで金属のような外観を表現でき、光沢感に関しても切削品以上のものを実現できる。一方で、大部分が樹脂で構成されるため熱伝導率が低く、手で触った際の冷感などの金属質感が不足している。さらには歩留まりが悪いといった課題がある。

## 2.2 従来プレス工法の金属加飾適用課題

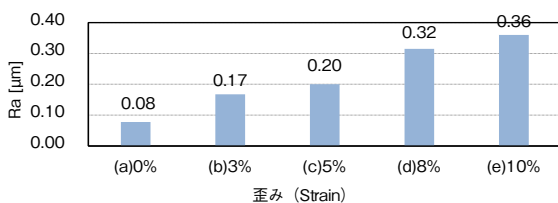
プレス工法で切削品および樹脂めっき品同等の外観を実現するためには、均一な金属光沢感と稜線（りょうせん）のエッジ感の実現が必要不可欠である。

光沢感に関して、従来のプレス工法においては、絞り加工の材料引き込み、コーナー部の曲げ加工などにより、広い範囲において被加工材に塑性変形が生じる。この際、金属の表面は引き延ばされ金属の結晶が露出し、その小さな凹凸によって反射光が拡散するため光沢感が低下する。第2図は引張試験片の歪（ひず）み量と表面状態、第3図は歪み量と表面粗さRaの関係を示しており、歪み量の増加に伴い表面の凹凸が顕著になり表面粗さRaが上昇している。それに伴い、光沢感も減少する。



第2図 引張試験片の歪み量と表面拡大図

Fig. 2 Strain amount and surface enlarged view of the tensile test piece



第3図 引張試験片の歪み量と表面粗さ

Fig. 3 Strain amount and surface roughness of the tensile test piece

次に、稜線のエッジ感に関して、絞り、曲げといった成形方法では、一般的に板厚より小さいR寸法に曲げ部を成形することができない。例えば、R0.2 mm以下のエッジを実現するためには板厚0.2 mm以下の薄板を用いる必要があるが、強度が不足しやすい。

これらの理由で従来のプレス工法においては、切削品および樹脂めっき品同等の外観を実現することは難しいと考えられていた。

## 3. 開発技術目標

本開発では、切削、樹脂めっきなどの従来工法を生産性の優れた金属薄板のプレス加工で代替することで、低コストで高品位な金属加飾部品の実現を目指す。切削品および樹脂めっき品同等の外観を実現するために、下記3点を目標とした。

- (1) 光沢感（樹脂めっき品同等：目視評価）
- (2) エッジ感（樹脂めっき品同等：R0.2 mm以下）
- (3) 干渉縞の発現（切削品同等：溝深さ10 μm～15 μm）

(1)は、目視により樹脂めっき品と外観を比較し、同等の光沢感を実現できているか判断する。(2)は、マイクロスコブによりエッジ部のR寸法、(3)は、3次元レーザ顕微鏡により溝の深さを測定する。

### 3.1 被加工材

本開発においては、SUS304、SUS430といったステンレスにBA（Bright Anneal）仕上げを施した金属薄板を被加工材として使用した。BA仕上げとは、金属薄板の表面に光沢感を付与する処理である。ステンレスは、耐腐食性、剛性に優れており、車載、家電、住宅建材などさまざまな用途で用いられているが、一方でアルミニウムなどの比較的軟らかい材料に比べて、プレス成形で形状が出しにくく、エッジ化が難しいという特徴がある。加えて、一般的に樹脂よりも熱伝導率が高い。例えば、SUS304の熱伝導率は16.3 W/(m・K)である[3]のに対し、樹脂めっき部品の樹脂部によく用いられるABS樹脂の熱伝導率は0.3 W/(m・K)程度である[4]。熱伝導率が高いほど、手で触れた際により素早く熱を奪い、放出することができ、冷感が向上する。

本開発工法は、このような光沢処理を施した被加工材を用いる。

### 3.2 光沢化原理検証

2.2節で、プレス加工における被加工材の塑性変形により、光沢感が低下することを説明した。この課題に対して、本開発における光沢感実現のポイントは下記2点で

ある。

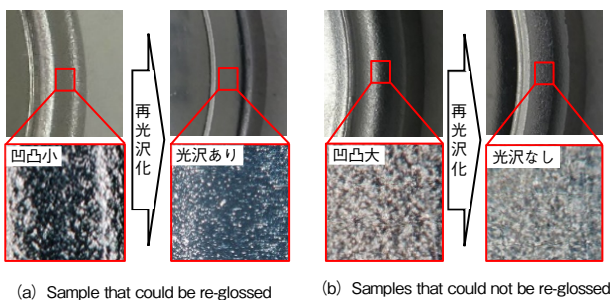
(1) 塑性変形領域抑制による光沢感の維持

(2) 鏡面工具を用いた再光沢化

(1)は、被加工材において塑性変形させる必要のない部分を金型内の工具を用いて高圧で押さえ、塑性変形を抑制することで実現する。

(2)は、鏡面工具を被加工材に押し当て板厚をつぶしながら加工および鏡面を転写し、光沢感低下の要因である金属表面の凹凸をならすことで実現する。

また、第4図は絞り加工の歪みによって光沢感が低下したサンプルに対し、鏡面工具を用いて再光沢化加工を行い、その表面を観察した結果で、(a)に再光沢化できたサンプル、(b)に再光沢化できなかったサンプルを示している。この結果から、被加工材の金属表面の凹凸が一定以上の場合においては、再光沢化することが難しく、再光沢化する部分においてもなるべく塑性変形を抑制する必要があることがわかった。

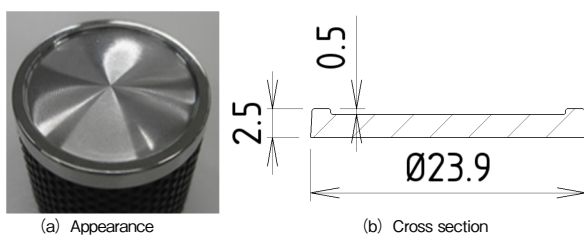


第4図 金属表面の粗さが光沢化に及ぼす影響  
Fig. 4 Effect of surface roughness on glossiness

## 4. 金属ノブプレス試作検証

### 4.1 ターゲット部品

本開発では、第5図 (a) の金属加飾部品をターゲットとしており、その断面を (b) に示す (ツメなどの接合部は省略)。この部品は、現行の樹脂めっき製車載カーナビの音量調整ノブで、全高2.5 mm、直径24 mm、最外



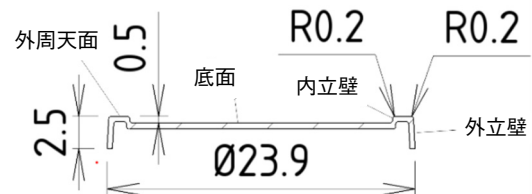
第5図 開発ターゲット (樹脂めっき部品)  
Fig. 5 Development target (metallic plated parts)

周から内側に約1 mmに位置する高さ0.5 mmの段差の下に、直径22 mmほどの面を有している。この段差下の面には同心円状に、数十 $\mu\text{m}$ の溝が等ピッチで形成され、切削加工特有の干渉縞を再現している。また、形状を構成する稜線 (りょうせん) は全てR0.2 mmで設計され、全面がめっき処理によって光沢化されている。

本開発においては、ターゲット部品をプレス5工程、後加工なしで成形しており、第6図 (a) (b) (c) (d) (e) に各工程後の成形サンプル、第7図に第4工程後の成形サンプルの断面図、および定義した各部の名称を示す。被加工材には、板厚0.5 mmのSUS304BAを用いた。



第6図 本開発工法における工程サンプル  
Fig. 6 Samples in process of our development method



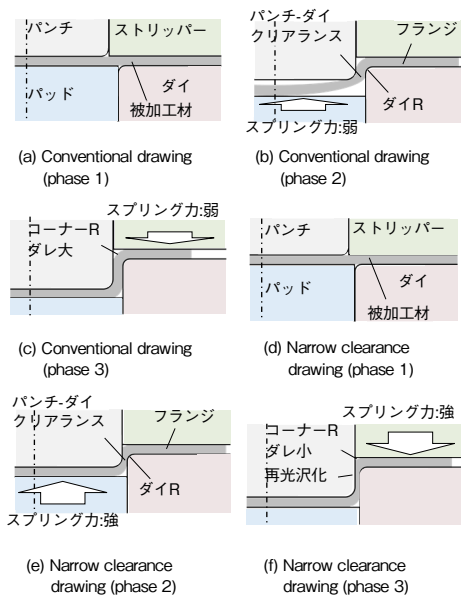
第7図 本開発工法における成形サンプルの断面図 (第4工程)  
Fig. 7 Sectional view of a sample in our development method (4th process)

### 4.2 光沢化工法

内立壁の光沢化は、狭クリアランス絞りにより実現し、本開発においては第1工程で実施している。第8図 (a) (b) (c) に一般的な絞りの工程断面図、(d) (e) (f) に狭クリアランス絞りの工程断面図を示す。

一般的な絞りでは、パンチダイのクリアランスを被加工材の板厚同等で設定し、フランジの材料を引き込みながら加工し、ダイRの抵抗によって板厚減少が発生する。この板厚減少が大きいほど、段差上部のコーナーRのダレが大きくなり、光沢感低下範囲が広がってしまう。また、内側立壁を形成する被加工材に関してもダイR通過時に変形するため、光沢感が低下してしまう。

狭クリアランス絞りでは、パンチダイのクリアランスを小さくして絞ることで、段差形状をつくるために必要な材料の引き込み量を低減することができ、引き込まれず余った材料の一部は、段差上部のコーナーRの金型の間隙に流れ、板厚減少を抑制、もしくは板厚を増加させる。フランジ側の材料を少量しか引き込まず内立壁を成形することができるため、加工時にフランジ部を高圧で押しこむことができ、シワの発生による変形を抑え、フランジ部の光沢感低下を抑制できる。また、鏡面磨きを施したパンチで板厚をつぶしながら加工するため、ダイR通過時に光沢感が低下した材料に対しても、再光沢化することができる。

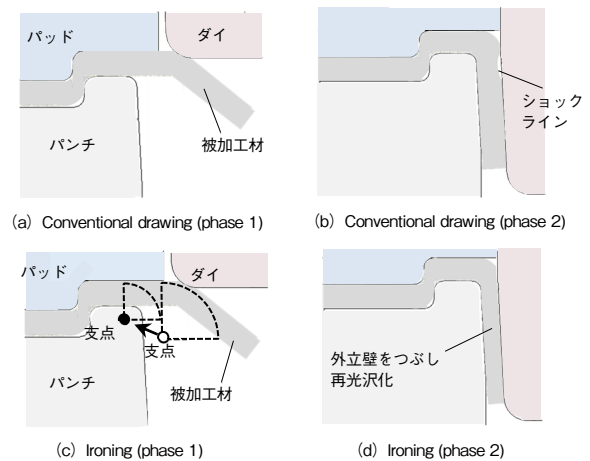


第8図 従来絞りと狭クリアランス絞りの断面図比較 (第1工程)  
Fig. 8 Comparison of cross sections of conventional and narrow clearance drawing (1st process)

外立壁の光沢化は、しごきにより実現し、本開発においては第3工程で実施している。第9図 (a) (b) に一般的な絞りで加工した場合の工程断面図、(c) (d) にしごきで加工した場合の工程断面図を示す。この工程では外立壁を成形するが、第4工程で外立壁上部のコーナーRをエッジ化するため、そのコーナーRの板厚減少を極力抑える必要がある。一般的に、第9図 (c) のように曲げ部の支点をずらし、2工程に分けて成形することで板厚減少を緩和することができる。

一般的な絞り加工においても、2工程に分けて成形することで、コーナーRの板厚減少を抑制できるが、その1回目の絞りにおいてコーナーRとして曲げ変形した部分が、2回目の絞り時に立壁のショックライン(へこみ)として

現れ、部分的に光沢感を低下させてしまう課題があった。本開発では、ダイパンチのクリアランスを被加工材の板厚よりも狭くし、鏡面磨きを施したダイRおよび側面部で被加工材の板厚を減少させながら成形を行い、ダイRおよび側面部の鏡面を被加工材に転写することで再光沢化している。



第9図 従来絞りとしごきの断面図比較 (第3工程)  
Fig. 9 Comparison of cross sections of conventional drawing and ironing (3rd process)

段差下の底面の光沢に関しては、各工程における塑性変形を抑制し、被加工材の光沢を維持することで実現している。段差下の底面の塑性変形による光沢感の低下が最も懸念される工程は、第8図に示す第1工程の絞りであり、以下において説明する。

一般的な絞りでは、ダイ側からの払い出しを目的としパッド裏のスプリング力を設定するため、第8図 (b) のように絞りをを行う過程で底面が膨らむことが多い。下死点(ストロークの範囲の最下点)での底付きにより、平面形状に成形しなおした場合でも、1度変形した部分に関しては光沢感が低下する。

本開発の絞りでは、パッド裏のスプリング力を従来よりも高く設定する。第8図 (d) から (f) の間、パッドとパンチで被加工材底面を高側圧で挟み込み、底面の変形を抑え込むことで、底面の光沢感を維持することができる。

### 4.3 エッジ化工法

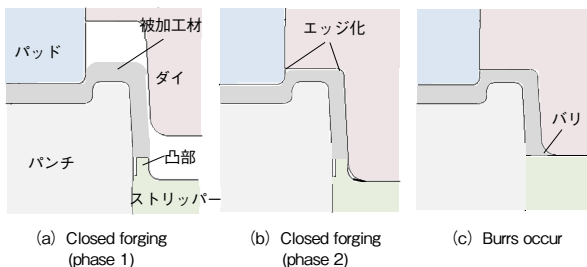
内立壁上部、外立壁上部コーナーRのエッジ化は、閉塞鍛造により実現し、本開発においては第4工程で実施している。第10図 (a) (b) に閉塞鍛造の工程断面図を示す。

まず、一般的な絞りによってエッジ部を加工した場合

について説明する。このとき、被加工材はパンチRに沿って変形するため、その曲げ半径は被加工材が板厚減少しない場合においても、板厚にパンチR寸法を足したものとなる。実際には、板厚減少によりダレが生じ、さらに曲げ半径は大きくなるため、エッジ部を板厚よりも小さいRに成形することができないことがわかる。

本開発においては、ストリッパーに凸部を設け、その凸部を用いてワーク端末を押さえ、被加工材を閉塞した状態で外周天面部の板厚および外周立壁をつぶして加工する。材料をコーナーRに流動させることで、材料を金型の隙間に充填させエッジ化を実現している。

また、従来においても閉塞鍛造が用いられることがあったが、ストリッパーの平面で材料端末を押さえる方法が一般的であり、その断面図を第10図(c)に示す。この場合、材料がダイRとストリッパーの隙間に流れ込み、外観面にバリが発生する。そのため、本開発では凸型のストリッパーで隙間を塞ぎ、外観面へのバリの発生を抑制している。ここで、ストリッパーの凸部とパンチの壁との隙間は非常に狭く、通常の加工時にはほとんど材料は流れ込まない。被加工材の板厚のばらつきにより、金型内の材料体積が想定より大きくなる場合において、その隙間に材料が流動することで、材料過充填による金型の破損を防ぐ役割を果たしている。



第10図 閉塞鍛造の断面図 (第4工程)

Fig. 10 Cross section of closed forging (4th process)

#### 4.4 干渉縞発現

干渉縞の発現に関しては、転写工具に切削で施した複数の同心円状の溝を被加工材にプレスで転写することにより実現する。本開発では、第5工程で実施している。

均一な干渉縞を発現するためには、転写溝深さおよび被加工材の転写面光沢の均一性が重要である。これらが不均一な場合、干渉縞がゆがみ、意匠性を低下させる。

転写溝深さの均一性を実現するためには、転写工具の形状と被加工材側の転写面形状の一致、例えば、転写工具が球面形状の場合、被加工材の転写面も同様な球面形状であること、転写工具転写面の光沢均一性の維持には、

前工程における転写面の塑性変形の抑制することがポイントとなる。

本開発においては、段差下の底面に干渉縞発現のための溝を転写する。第8図を用いて説明したように、従来よりもスプリング圧を高く設定し、絞りを行うことで、段差下の底面の意図してない変形や光沢感の低下を抑制し、上記2点を実現する。その結果、均一な干渉縞を発現することができる。

## 5. まとめ

プレス加工による金属加飾工法開発において、以下の結果を得た。

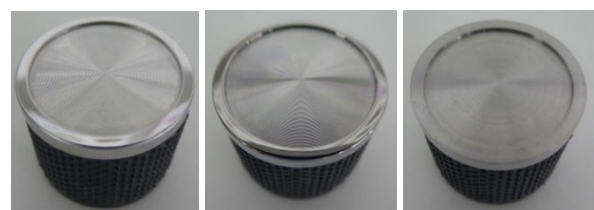
(1) 塑性変形領域抑制による光沢感の維持および鏡面工具を用いた再光沢化加工によって、樹脂めっき品同等の光沢感を実現した。

(2) 凸型端末押さえを用いた閉塞鍛造により、端末バリの発生なく材料をコーナーR部に流動させることができ、樹脂めっき品同等のエッジ感 (R0.2 mm) を実現した。

(3) 切削品同等の深さの溝を部品表面に均一にプレス加工で転写し、干渉縞を発現した。

第11図(a)に本開発プレス加工品、(b)に樹脂めっき品、(c)に切削品の外観図を示す。この図からも切削品および樹脂めっき品同等の外観を実現できたことがわかる。

今後は、車載、家電、建材などさまざまな事業領域の製品に本開発工法を具体的に落とし込み、金属外観部品を新規実現、あるいは置き換えることで、低コストで高品位な金属意匠部品を提供し、製品の高付加価値化と収益性向上に貢献する。



(a) Developed press sample (b) Metallic plated sample (c) Machined sample

第11図 工法別サンプル外観図

Fig. 11 Sample appearance by production method

## 参考文献

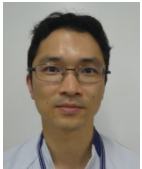
- [1] 秋元英郎, “プラスチック加飾技術の進展(1),” プラスチック・ジャパン (株), プラスチック・ジャパン・ドットコム, <https://plastics-japan.com/archives/5824>, 参照 Oct. 26, 2020.

- [2] 榑井捷平, “3次元表面加飾技術展2020を中心に最近の加飾技術の動向,” コンバーテック, vol. 48, no. 3, pp.100-108, 2020.
- [3] ステンレス鋼便覧, 第3版, ステンレス協会 (編), 日刊新聞工業社, 東京, 1995, pp.1428.
- [4] プラスチック・データブック, 旭化成アミダス (株) (編), (株) 工業調査会, 東京, 1999, pp.50.

### 執筆者紹介



水野 翔太            Shota Mizuno  
マニファクチャリングイノベーション本部  
成形技術開発センター  
Mold & Die Technology Center,  
Manufacturing Innovation Div.



三田 友紀            Yuki Mita  
マニファクチャリングイノベーション本部  
成形技術開発センター  
Mold & Die Technology Center,  
Manufacturing Innovation Div.



峯 英生              Hideo Mine  
マニファクチャリングイノベーション本部  
成形技術開発センター  
Mold & Die Technology Center,  
Manufacturing Innovation Div.



切通 毅              Takeshi Kiritoshi  
マニファクチャリングイノベーション本部  
成形技術開発センター  
Mold & Die Technology Center,  
Manufacturing Innovation Div.



井芹 充博            Mitsuhiro Iseri  
マニファクチャリングイノベーション本部  
成形技術開発センター  
Mold & Die Technology Center,  
Manufacturing Innovation Div.