

▶事例 1

板金プレス加工技術を活用した 一体化成形による軽量化への取り組み

(株)平安製作所
中司 雄大*

当社は今年で設立 78 周年を迎える。1939 年、戦時体制下において正規の液体燃料（ガソリン・軽油など）の供給事情が悪化したことから、商工省（現・経済産業省）の委託を受け、木炭ガス発生装置を開発し、製造するところから始まった。終戦後、軍需産業はゼロとなり、配電盤の製作に転換。脚光を浴び、10 年後には自動車部品の発注があり、自動車業界に再び咲いた。もともと、京都府に本社工場があったが、マキノ町工業団地の誘致で、1962 年に滋賀県高島郡マキノ町（現・高島市）に工場を建設し（図 1）、三菱自動車工業株の前身である新三菱重工への納入を本格化した。

90 年代には、マキノ工場を増設した。それに伴い、本社工場の生産部門をマキノ工場に集約した。この時期から VA（Value Analysis：価値分析）提案を活発化させ、自動車部品の中でも、特にエンジン部品の低コスト化や軽量化に貢献してきたと自負している。

2001 年にはオートマチックトランスミッション部品の加工ラインを設置し、板金プレス加工だけでなく、溶接組立や機械加工も手がけるようになった。2003 年には本社工場を売却し、マキノ工場を本社工場へ転換した。一拠点化を機に、2005 年から高精度 CVT（Continuously Variable Transmission：連続可変トランスミッション）部品を開発、従来の部品構成比率はエンジン部品が 80% 以上に対して、現在は 70% 以上がトランスミッション部品となり、板鍛造分野の

製品が多くなっている。

事業内容

当社では新技術の開発から、金型設計・製作、プレス加工、溶接組立、機械加工、カチオン塗装までの一連の工程「自社完結型一貫生産体制」を特徴としている。板金プレス機は 500 t までの大型順送プレス機、トランスファープレス機は 250～2,000 t の多様な荷重のプレス機を保有しており、柔軟にあらゆる板金部品の製作が可能である（図 2）。採用事例として、アルミ製品や鍛造品、焼結部品の板金化により、顧客へ軽量かつ低コストを実現した製品を提供している。

塑性加工技術

当社では従来、板金プレス加工を主体とした塑性加工技術を培ってきた。板金プレス加工技術をコア技術

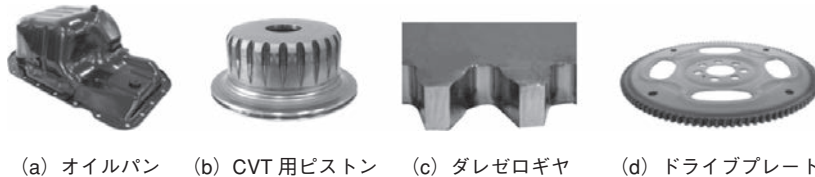


図 1 本社工場

*Yudai Nakashi：技術営業部 営業グループ サブリーダー
〒520-1823 滋賀県高島市マキノ町中庄 464
TEL(0740)27-2161



図2 当社製品の抜粋



(a) オイルパン (b) CVT用ピストン (c) ダレゼロギヤ (d) ドライブプレート

図3 技術対象部品

と考へ、自動車メーカーからの設計図をもとに、特に鋳造品やダイカスト部品、鍛造部品の一般プレス機による冷間板鍛造加工への工法転換、複数部品の組立製品を構造変更により一体化する一体化技術の開発によって、低コストで軽量の部品を供給している。現在では、技術力を好評いただき、受注部品の70%をVA開発品が占めている。年々厳しくなる軽量化および低コストなどのニーズに応えるため、技術開発力と現場力を向上させ、VA提案を活発に推進している。

保有技術は、特に下記の4点である。

- ① 自動車用部品の超深絞り加工技術
- ② 切削代を最小限に抑えたニアネットシェイプ技術（板鍛造技術）
- ③ 板金の特徴を活かした歯形成形技術（ダレゼロ工法、シェーピング加工、など）
- ④ 当社のオンリーワン技術である板金プレスによる増肉歯形成形技術

1. 深絞り加工技術

代表部品はオイルパンである [図3(a)]。当社実績として、絞り高さ210mm程度でも割れなしで加工できる。当社トランスファープレス機の特徴で、加工

ダイハイト1,000mmを超えているため、トランスファーでの深絞り加工を実現できる。さらに、オイルパンのような内部体積を確保したい部品には、抜き勾配ゼロで絞り上げることで、抜き勾配分の油量を多くできるのも当社製オイルパンの深絞り加工技術である。

2. ニアネットシェイプ成形技術（板鍛造技術）

代表部品として、自動車のCVT（無段変速機）に搭載される回転数検知（センシング）機能を兼ねたCVT用ピストンを紹介する [図3(b)]。

従来は厚肉な鋳物でつくられ、センシング部は別途カップを圧入していたが、この方法では複数の生産工程を経るため、低コスト化および軽量化が困難であった。当社では、このように従来2部品で構成されていたCVT用ピストンを独自の板金ニアネットシェイプ成形技術（板鍛造による歯形成形技術）によって一体化することに成功し、大幅な低コスト化・軽量化を実現した¹⁾。

鋳物と同等の強度を確保するため、厚板の高張力鋼板を用い、回転数検知用カップを歯形に置き換える発想から、2部品を一体化することに成功した。2部品の場合は、回転数検知用カップとスプリングガイド機

能付きのピストンが別体であったが、当該新製品は両機能を1つの部品で成立させている。また、ボンデ処理の廃止や切削代を削減したことも大きな成果と言える。

3. 板金歯形成形技術

歯形のダレゼロ工法は、プレス業界では以前から取り組まれている工法の一つである。図3(c)にダレゼロ工法によるギヤを示す。ファインランキンギヤや閉塞せん断のように多様な方法でつくられている歯形のダレゼロ工法であるが、当社のダレゼロ工法は、普通のメカプレス機で通常の歯形抜きに対して、1工程追加するだけで実現した。また、本工法は歯形だけでなく、鋼板を抜く部分があればどこでも適用できるのが大きな利点である。現在は、歯形以外での需要も大きく高まってきている。

4. 増肉歯形成形技術

図3(d)は、当社のオンリーワン技術である板金プレスによる増肉歯形成形技術を適用したリングギヤ一体型ドライブプレートである。今回は、本部品にスポットライトを当てる。

課題・ニーズ

国内の自動車部品製造にかかわる中小企業は、大手自動車メーカーなどの海外生産比率の拡大によって、低価格競争にさらされており、品質と性能のみでは勝負できない状況となっている。このような中、大手自動車メーカーが国内の中小企業に期待することは、高機能化や軽量化、安全性向上、また低コスト化に資するこれまでにない新工法・新技術の提案である。しかし、提案する製品がある一部品のみでは提案内容に限界が生じる。まずは、うまくそのほか周辺部品の情報を収集することが肝要である。

多くの中小企業は、顧客より単品図面のみで勝負することを強いられているため、その先のさらなる一体化への提案ができずにいる。2部品、3部品を一体化することができれば、コンポーネントでは計り知れない軽量化、低コスト化を実現できる。今回取り上げるリングギヤ一体型ドライブプレートの開発に至る経緯も、一体化という大きな壁があった。

ドライブプレートは、エンジン始動のために高駆動力を伝達する自動車の主要部品で、リングギヤ部を切削加工し、プレスプレートと溶接組立しており(図4)、

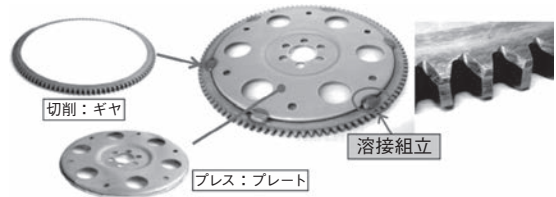


図4 従来工法によるドライブプレート

高重量・高コストであった。自動車メーカーは何とか安く・軽くできないか思案し、あらゆる板金化工法にチャレンジしていた。グローブ転造、カム歯形成形、絞り歯形成形などの加工法が開発されてきたが、塑性加工による板厚減少を伴うため強度不足となり、素材の板厚増加が不可欠で高コスト(従来品同等)となっていた。また、強度を改善するためにスピニング転造で加工可能であるが、チャンファ部は切削加工となるため、コスト低減には限界があった。そこで、当社では切削加工を廃止し、板金プレス機のみでの一体化開発に着手した。

事例紹介²⁾

歯形部品の板金化にあたり、各種歯形成形技術が実用化されているが、従来工法はいずれも板厚減少を伴うものであった。したがって、歯部に強度を要する部品では素材の板厚増加が必要なため、重量やコストが上昇する。素材板厚を上げることなく、歯部の必要強度を確保するには歯部の増肉が必要不可欠である。しかし、板材を鍛圧した場合には平板圧縮状態による高荷重や端面圧縮時に座屈現象が生じることが知られている。そこで、予備歯形成形した板金素材の拘束条件を改め、端面を鍛圧する試験を実施した結果、材料の変形状態に以下の違いが生じることが判明した。

- ① 外径を拘束せずに端面を鍛圧した場合、製品外径部は外側に座屈する(図5)。
- ② 外径部を拘束して端面を鍛圧した場合、製品外径部は内側に座屈する。
- ③ 内外径を拘束して端面を鍛圧した場合、上記座屈現象は発生せず増肉が可能である。

上記試験結果をもとに、従来不具合現象とされてきた座屈現象を有効活用した増肉歯形成形技術を開発した(図6)。



図5 端面鍛圧時の座屈現象例

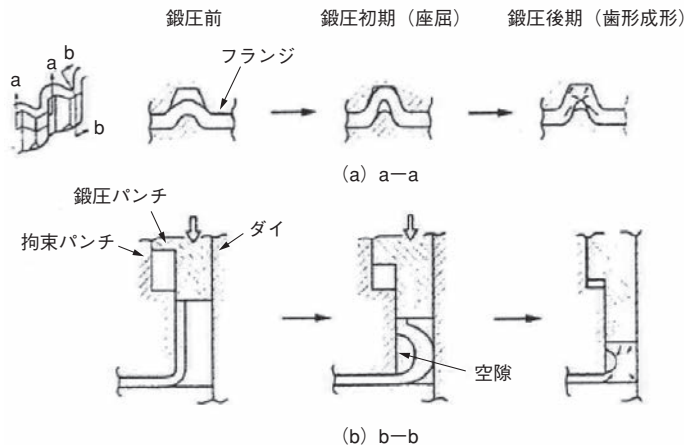


図6 座屈現象を応用した増肉歯形成形工程

- ① 予備歯形成形した素材に挿入した拘束パンチと鍛圧パンチによって、素材に外向きの座屈を生じさせ、歯部中央に空隙を生じさせる。
- ② その結果、さらに鍛圧された材料は歯形を形成する外向きの材料流れとともに、空隙部に向かう内向きの材料流れを伴う分流現象が生じ、密閉状態を回避して低荷重で所望の歯形形状を得ることができる。

本開発工法では、前述の座屈現象を応用した増肉歯形成形技術を用いてドライブプレートのリングギヤ部を成形する。増肉歯形成形工程の歯部成形工程を図7に示す。このように、リングギヤ部は座屈現象により歯の内部に空隙部を形成した後、増肉しながら歯形が成形されている。歯形成形後も空隙部は残されており、密閉鍛造化を回避している。

ただ、形づくりだけでは製品にならない。開発に際し、多数の課題があったが、代表的な技術的課題を2

点紹介する。

【課題 A】増肉歯形成形時に発生した焼付きや割れ
従来、板金プレスによる座屈現象は欠陥とされていたが、薄板から歯形成形するために、材料端面を鍛圧して座屈現象を利用することでギヤを増肉させるという板金プレス技術は、まったく前例がないオリジナルの技術である。ギヤの要求硬度を満たすには、高炭素鋼の使用が不可欠であるが、通常の高炭素鋼 (S35C) で増肉歯形成形すると焼付きが発生し、鍛圧加工時に材料の塑性流動性が悪いため、歯形成形時に割れが発生する。

【対策】

材料メーカーに研究開発の協力を依頼して、溶融亜鉛めっきの皮膜処理を材料に施し、加工油も適正化した。成形時の割れ対策としては、分子構造の一樣化により、成形性を向上させた材料を共同で開発した。

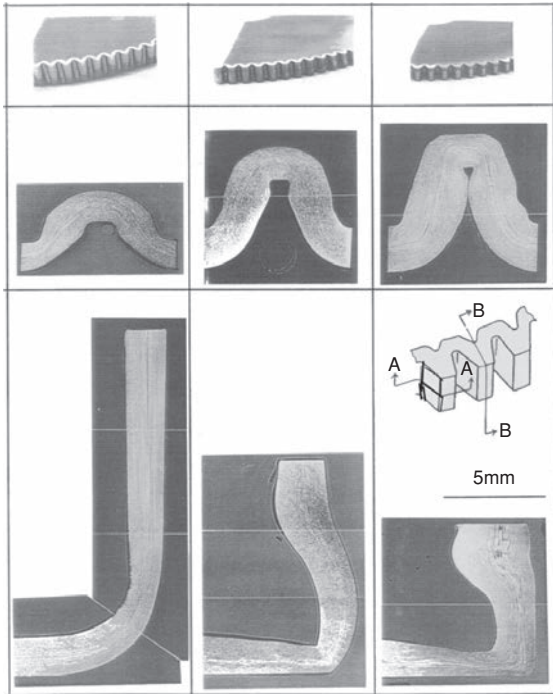


図7 リングギヤ部増肉歯形成工程

【課題 B】しごき加工によるバリの発生

通常、鍛圧成形など塑性加工を用いて成形される機械部品や板鍛造部品は、形状の寸法精度を高めるために、製品に近い形状にされた加工素材にしごき加工を施して、所定の寸法精度を有する形状に成形する。しかし、しごき加工を行うと成形面の両端にバリが発生する。リングギヤ一体型ドライブプレートの製造方法では、スタータピニオン飛込み側のギヤ部にバリが発生するため、性能面に悪影響を及ぼす。

【対策】

増肉歯形成の最終工程でギヤにしごき加工を行っているが、その前工程でチャンファ加工を施す。通常抜き工程でパンチを引き抜く際、チャンファの斜面でバリが発生するが、チャンファ面の形状を工夫することで、端面におけるバリの発生を抑制している。

以上のような新技術の開発が、増肉歯形成技術を確認するうえで重要であった。本工法では高い鍛圧荷重を必要としないため、板材のブランピング加工以降の歯形成工程を含む一連の成形を歯形成などの専用機を用いることなく、通常の板金部品と同様にトランスファープレス機を用いて連続成形することができ

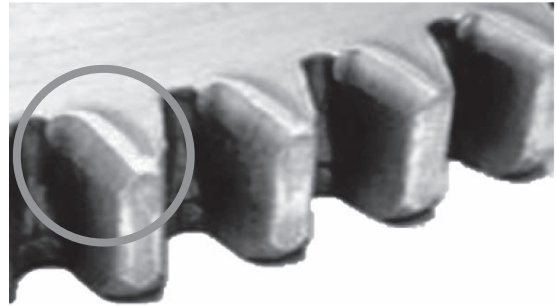


図8 チャンファ部

る。また、リングギヤに機能上必要なチャンファ（図8）も一連の加工工程の中で成形しており、高い生産性と工法の合理化により、大幅なコスト低減が実現できた。

また、薄板から製作しているため、従来のドライブプレートと比べ軽量化も実現しており、塑性加工学会をはじめ自動車メーカーからも表彰を受けることができた。増肉歯形成技術の開発に成功したリングギヤ一体型ドライブプレートは、近年脚光を浴び始め、共同開発した三菱自動車工業での採用のみならず、トヨタ自動車株にも採用されている。また、経済産業省主催の「第6回ものづくり日本大賞」の優秀賞にも選ばれ、内閣総理大臣表彰を受けることができ、当社の大きな固有技術となっている。

☆

一体化による軽量化・低コスト化の取組みは、自動車の進化がある限り、案件は絶えることはない。新構造のコンポーネントが開発されれば、絶対に新しい一体化提案のチャンスがある。必要とされるのは、可能な限り自動車メーカーの情報をいち早くキャッチし、開発段階から参画できるようにすること。中小企業ならではの固有技術を提案することで、さらに新しい技術が生まれる。そのような新技術を蓄えていき、日本でしかできないモノづくりを確立することで、世界の低価格競争に打ち勝っていかなくてはならない。

参考文献

- 1) 内田聡裕：業界初のセンシング機能一体化 CVT 用ピストン、型技術、Vol.28, No.10 (2013), pp.33-37
- 2) 前田昭宏、荒木邦彦：板金製歯形部品の成形技術、塑性与加工、Vol.39, No.445 (1998), pp.106-110