

図3 板金成形と冷間鍛造の特徴



写真1 フィールドコア

さで決まり、低い成形応力で多工程の成形が特徴である。一方、冷間鍛造は圧縮応力場での成形がほとんどで、加工限界が金型強度で決まることが多く、高い成形応力で少工程の成形が特徴である。これら2つの複合成形である板鍛造工法は、それぞれの利点を生かすことで新たな技術への展開が期待できる工法である。

板鍛造工法により得られる 代表的な製品形状

板鍛造工法より得られる代表的な製品形状を図4に示す。大別してエッジ形状、差厚および段差形状、局部形状の3つに分類できる。これらの形状は従来では切削、焼結、鋳造、射出成形、鍛造などにより加工されていたが、板鍛造に工法転換できれば精度、強度、工程数、生産性、ネットシェイプ化など、いずれかの面で優位性が発揮でき、大幅なコストダウンに繋がると考えられる。

絞り、しごき、サイジングの 複合成形事例

写真1の製品例は電磁クラッチのフィールドコアで、材質 SPHC、板厚 5 mm のドーナツ形状のブランクから1ストロークで単動絞り、しごき、サイジングの複合成形により成形される。この製品の最大の特徴は、内外の絞り縦壁先端部を断面減少率 66% のしごき成形により板厚 5 mm から 1.7 mm に減少させている。

図5に金型構造を示す。成形過程としてはまず、ダイのアプローチテーパ部で絞り加工を行い、ダイのストレート部でしごき成形、そして最後に下死点で製品底部をサイジングする。絞り成形は同軸度などの精度の高い製品を成形するのに最適な工法のため、鍛造工法の前工程の成形として活用することにより製品の高精度化が可能となる。

本工法では、成形時の摩擦抵抗を減らすため金

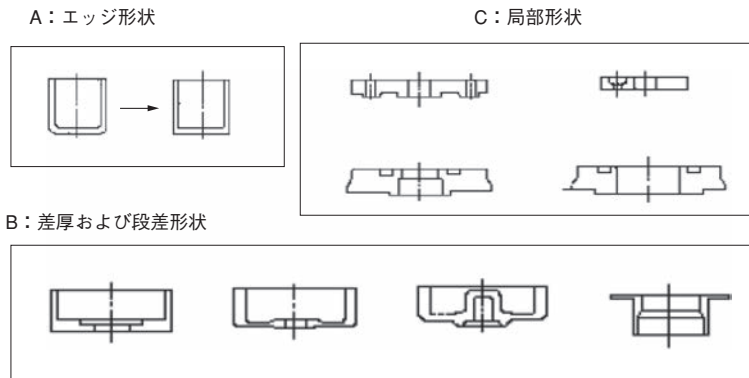


図4 板鍛造工法の代表的な製品形状

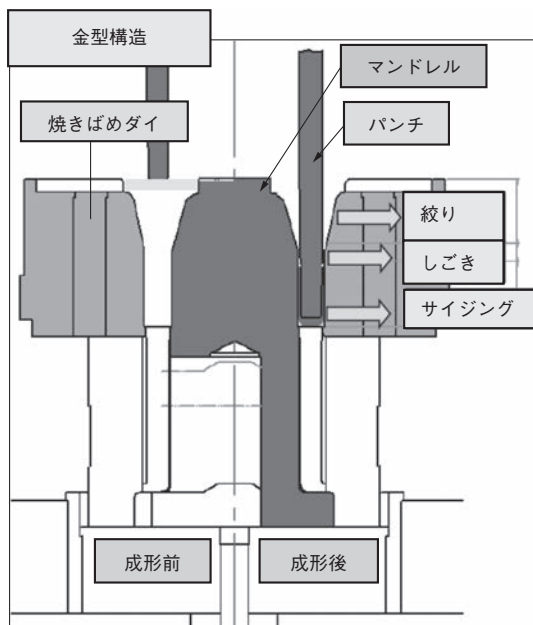


図5 金型構造



写真3 ピストンピン

型には表面処理、被加工材にはボンデ処理が必要となる。また高変形なしごき加工を行うため、ダイは鍛造金型の特徴である焼きばめ構造を採用している。

据込みと絞りを活用した成形事例

写真2の製品例は据込みと絞りを活用して成形したカップである。カップ成形においてカップ底厚よりカップ縦壁の板厚が薄いカップの場合は、絞り、しごきの複合成形が有効であるが、写真2のようなカップ底厚よりカップ縦壁の板厚が厚いカップの場合は、据込みと絞りを活用した成形法が有効である。成形過程としてはまずカップ底

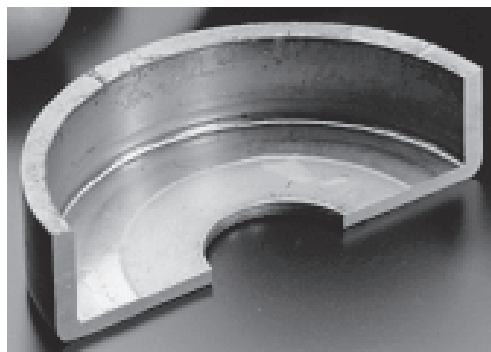


写真2 据込み絞りカップ

部を据込み、底厚を薄くした後に絞り加工を行う。この工法を応用して絞りR部をエッジ形状にすることも可能である。

後方押しと抜きの複合成形事例

写真3の製品例はピストンピンで、材質SCM415、ピン外径が $\phi 30$ mm、内径穴は $\phi 12.5$ mm、製品高さは75 mmである。 $\phi 12.5$ mm穴開けの成形過程としては、まずスラグの外形をダイで拘束し、 $\phi 12.5$ mmの穴をパンチで成形する。成形の初期段階ではせん断抵抗よりも後方押しの変形抵抗が低いため、材料は上方へ流動する。パンチが内径穴 $\phi 12.5$ mmの約1.5倍の高さまで進行すると、後方押しよりせん断抵抗の方が低くなり打抜きに変わり成形が進行し完了する。後方押しの影響により、製品高さはスラグの高さより高くなり、スクラップはスラグの高さより短くなる。金型構造については打抜きではなく、鍛造の後方押し成形と同じ設計基準が必要となる。また、 $\phi 12.5$ mmのパンチは細長く強度が弱いため、パンチ寿命を考えた場合、パンチのガイド方法を工夫する必要がある。

局部成形

成形の方法としては、製品全体に応力を作用させる全体成形と必要箇所のみ部分的に応力を作用させる局部成形という概念がある。全体成形の場合は成形面積が大きくなるため、成形荷重は高くなる。一方、局部成形の場合は成形面積が小さく、

成形応力が高くても成形荷重は比較的少なくなる。このため、プレス設備の制約が少なく、ボス、面取り、座ぐり、溝などの形状の成形に活用され、適応範囲は広い。

図6に座ぐり成形の工程レイアウトを示す。まず、最初に座ぐり部を成形する時に潰した余肉を吸収するスペースを確保するために捨て穴を開ける。次に局部据込みによる座ぐり成形を行い、最後に穴部のピアスを行い3工程で完了する。さらに穴部をバーリングすることにより溝形状を成形することもできる。このように局部成形を活用することにより、低い成形荷重で高変形な形状を得ることができる。

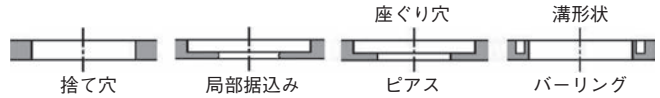


図6 座ぐり成形の工程レイアウト

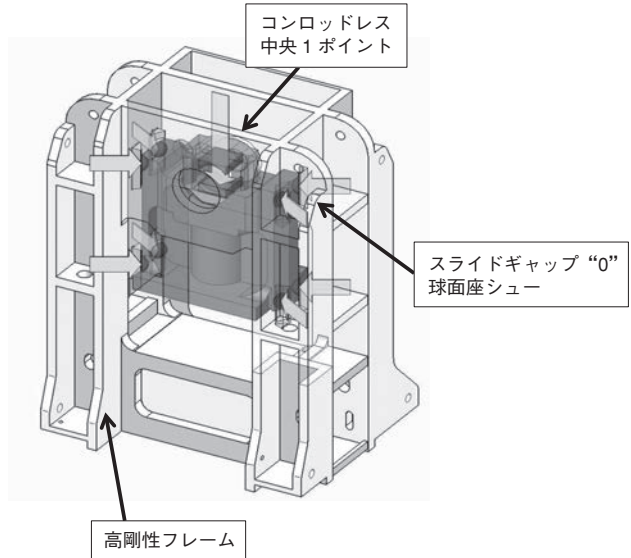


図7 UL プレス構造図

高精度、高剛性プレス

板鍛造工法では、金型クリアランスの狭い精密抜きや成形応力が高い鍛造工法を採用するため、プレス機械においては高精度で高剛性なプレス機械が求められる。当社ではこれら板鍛造工法に最適なULプレスをラインナップしている。開発コンセプトを「金型精度より高い精度の成形マシン」として、製品精度の向上、金型寿命の延長、高い汎用性を極限まで追求し、開発したプレス機械である。ULプレスは成形時の動的精度、剛性にこだわり開発された。以下の3つの特徴により、一般のプレス機械と比較して製品精度や金型寿命に明確な差が現れる。

- ①スライドギャップ“0”クリアランス
- ②コンロッドレス中央1ポイント機構
- ③高剛性一体フレーム

図7にULプレスの構造を示す。スライドガイド部に球面座形状のシュー（4カ所×2）を配置してゼロクリアランスでスライドをガイドしている。これにより、ボルスタ上面に対するスライド上下運動時の直角度はJIS特級をしのぐ数ミクロンメートルを達成している。また、クランクプレスでは不可欠とされていたコンロッドがないので、これまで避けられなかった熱変位によるコンロッド伸縮もなくなり、プレス下死点精度にも優れて

いる。さらに、プレス全高については圧力能力が同じ従来機と比較し、30%減（当社比）となり非常にコンパクトである。また、成形荷重を受けるフレームはリング状の1枚板を前後に配置した一体構造を基本として、加工時のプレスの伸びと関係する縦剛性だけでなく、大きな偏心荷重を受けたときのスライドの横ズレ防止に寄与する横剛性を高めた高剛性フレームを採用している。

UL プレスによる成形性向上例

写真4はULプレスの精度、剛性の有利さを示

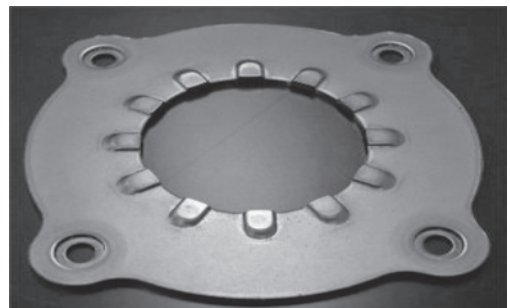


写真4 デモ用サンプル

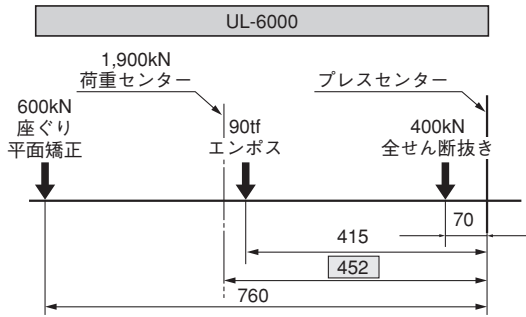


図8 金型配置図

すためのデモンストレーション用サンプルである。(材質 SPCC、板厚 2.6 mm) 圧力能力 6,000 kN の UL プレスに金型を図 8 のように意図的に左にずらして取り付け、偏心荷重が掛かるようにし、加工時には金型ダイセットのガイドポストは取り外している。加工工程は、座ぐり、エンボス、仕上げ抜きのプログレッシブ成形で、成形荷重センターは、プレスセンターより左に 452 mm、1,900 kN である。まず、座ぐり深さの左右差は図 9 に示すように、従来機（圧力能力 2,500 kN の 2 ポイント機）では 0.035 mm であるのに対し、UL-6000 においては 0.005 mm と少なく、偏心荷重による UL プレスのスライドの傾きが従来機と比べ、いかに小さいかがわかる。また、UL プレスのサンプルでの外周トリムの切断面は、ガイドポストを取り外した上での偏心荷重の加工にもかか

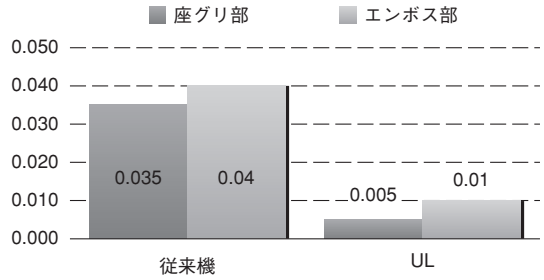


図9 座グリ深さ、エンボス高さのばらつき

わらず 100% のせん断面を確保している。このことから UL プレスは動的精度に優れ、スライドの暴れがほとんどないことがわかる。

板鍛造技術の今後

自動車業界では、EV 車や燃料電池車などの普及に向け開発が活発に進められている。燃費向上のための部品軽量化や、コストダウンのための部品数削減などの観点から、板鍛造技術は有効な手段として今後も期待できる工法ではないかと考える。板鍛造技術のさらなる革新を目指すことを約束し本稿を終える。