

# プレス機械から見た 中・厚板成形

アイダエンジニアリング(株) 井村隆昭\*

グローバル化の進展に伴い、プレス成形の高付加価値化、製品の高度化やコスト削減が求められている。中・厚板成形においてはこれらの要求に応えるものとして板成形と鍛造成形とを組み合わせた板鍛造成形技術が開発され、高精度・複雑形状の部品が多く量産されてきている。

本稿ではこれらの中・厚板成形を行う際のプレス機械の一般的な留意点を述べるとともに、板金成形に塑性流動を積極的に取り入れたFCF工法(Flow Control Formingの略で板鍛造成形と同義)、ならびにFCF工法に適した高付加価値成形に威力を発揮する当社の高精度成形機・UL プ

\* (いむら たかあき) : 営業・サービス本部営業技術部マネージャー

〒252-5181 相模原市緑区大山町 2-10  
TEL: 042-772-5271 FAX: 042-772-5261

レスを紹介する。

## 中・厚板成形でのプレス設備の留意点

通常のプレス加工は板厚が薄い場合が多く、成形に必要とする荷重が小さくプレスの3要素(圧力能力、トルク能力、仕事能力)に対する要求は比較的小さい。しかし中・厚板成形においては、製品によって打ち抜きでも下死点上10mmを超える位置からの成形となるため、圧力能力以外にトルク能力(駆動系の許容トルクにより制限され、下死点上高さで異なる加圧能力)と仕事能力(作業エネルギー)の検討も重要となる。

図1は、プレスの行程圧力曲線と打ち抜き加工での①の厚板と②の薄板の荷重-ストローク曲線を示している。①の厚板はトルク能力をオーバーしており、せん断エネルギーも大きくなる。

中・厚板のプレス成形の場合、前工程でつぶし、絞り・増肉などのFCF工法が行われ精密せん断が最終工程近辺で実施される例が多いため、工程全体で必要となる圧力能力、トルク能力、仕事能力はさらに大きくなる。また荷重の発生位置が各工程により異なるために、成形開始から下死点までの各位置での荷重・トルク能力を超えない確認が必要になる。

図2は多工程の冷間鍛造加工の事例であるが、成形開始から下死点までの各位置での荷重の変化と、プレスのトルク能力との関係を示す。合計の最大荷重としては、2,500kN以下ではあるが、下死点上の12mm付近に荷重のピークがあり、

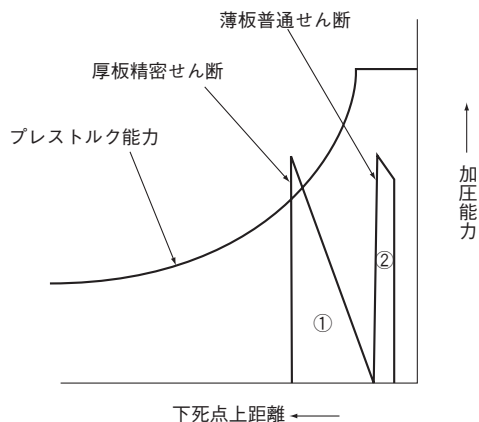
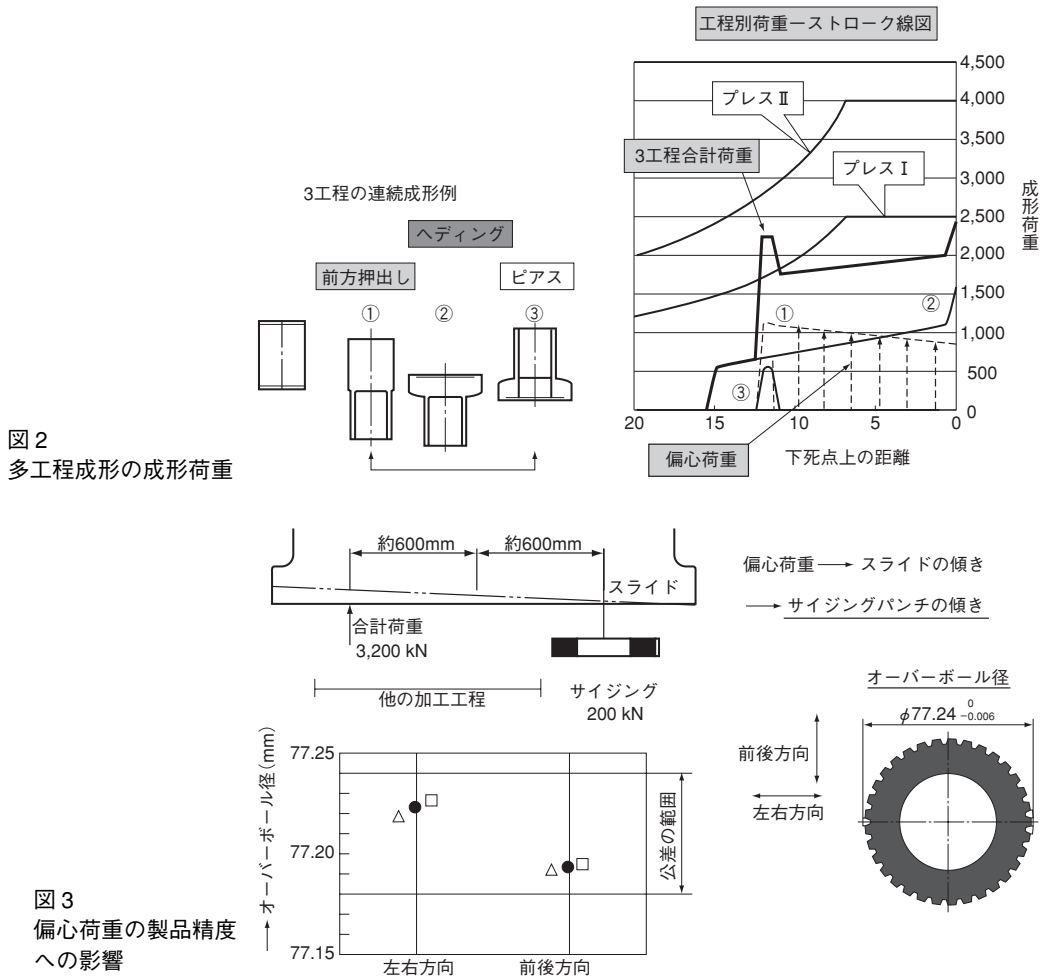


図1 厚板精密せん断と薄板普通せん断における荷重-ストローク曲線



2,500 kN のプレスⅠではトルク能力をオーバーするため 4,000 kN のプレスⅡが必要になる。

図3はトランスファ加工で、前半工程では据込み打ち抜きを利用した歯形成形を行い、最終工程で歯形部のサイジングを行ったものを示す。偏心荷重によるスライドの傾きの影響を受けて、歯形のオーバーボール寸法が前後方向と左右方向で異なってしまった事例である。

## 中・厚板成形と FCF 工法

FCF 工法は打ち抜き、絞り、曲げ、バーリングなどの一般的な板金成形工法に、据込み、しごき、押しなどの冷間鍛造工法を取り入れた複合成形である。板金成形のレイアウト中に鍛造成形の特徴である塑性流動を積極的に取り入れること

により、従来の板金成形では困難であった高い寸法精度、差厚・段差や歯形のような高付加価値形状の成形が可能になる。

### (1) 打ち抜き (せん断)

精密せん断を行う工法には、精密打ち抜き (ファインブランキング)、拘束打ち抜き、据込み (押し) せん断、仕上げ抜きがある。いずれの工法もせん断面を得るために静水圧効果を利用して破断の発生を抑制している (図4)。

### (2) 絞りとしごき成形

中・厚板成形において絞り加工はカップ形状の素材成形に使用する。カップ成形を絞り加工で行うメリットは低荷重で成形が可能なこと、材料に板素材を用いる成形のため偏肉の少ない高精度カップ素材の成形が可能なことと、中・厚板の場合は板押えを必要としない構造の簡単な単動絞り金

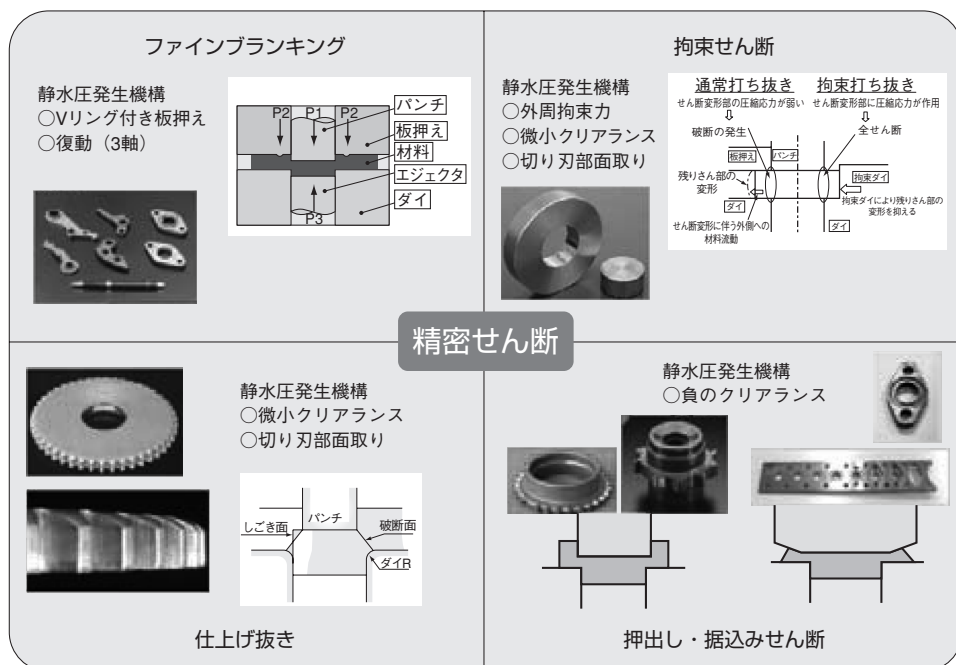


図4 精密せん断工法

型での成形が可能であることが挙げられる。

これらの高精度カップ素材に対して後工程でしごきや据込み成形を行うことで、歯形や異形状な

どの高付加価値形状を加える。

図5の電磁クラッチ用フィールドコアにおいては、板厚5mmの素材から内・外径部の先端壁厚1.7mmのテーパ形状への成形を1工程で行っている。

### (3)複動成形

絞りは引張応力状の成形が一般的だが、図6のダブルカップの成形は、内径ボス部に張力を付加しながら上端面を押圧する複動圧縮絞り法で、大幅な工程短縮が可能になる。このダブルカップは、通常の絞り成形ではブランクから6工程を必要とする。本工法では、成形3軸+ノックアウト1軸の複動作動により1工程で成形することができる。

端面圧縮絞りは材料の側面を拘束して端面を押圧して成形するため、材料は圧縮応力場となり、静水圧効果により高変形が可能になる。さらに通常の絞りと比較すると成形力は高くなるが、材料の塑性流動を促進する張力付加マンドレルにより、リングパンチに作用する応力を下げている。

### (4)押出し

図7はフランジ付パイプのパイプ部の前方押出し成形事例である。可動ダイ構造を用いることにより、成形中の金型による拘束状態を維持し、押

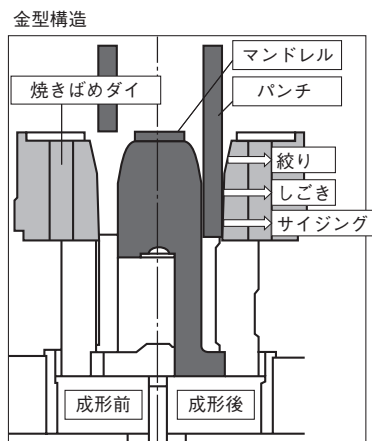
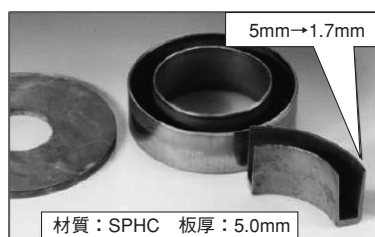


図5 フィールドコア

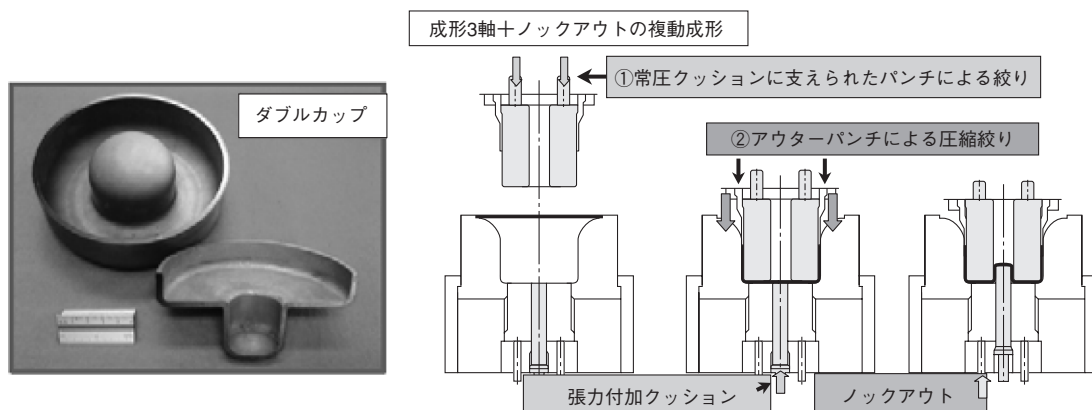


図6 複動成形事例

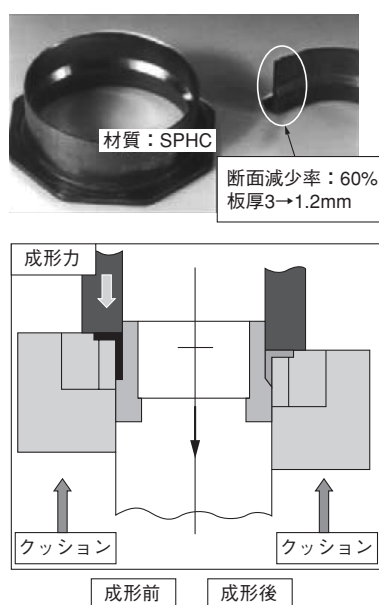


図7 押し成形事例

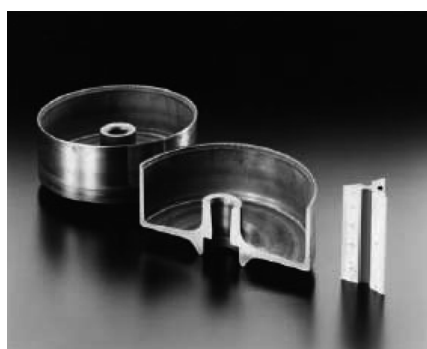


写真1 カップ素材からの据込み成形事例

出し成形を成立させている。

### (5) 据込み

据込みは、鍛造の中で最も一般的な工法で FCF 工法でも、平面上の段差・差厚形状の成形に用いられている。応用範囲は広く、座ぐり、環状溝、段差・差厚形状成形などの平面部への形状加工だけでなく、カップの成形にも適用できる。絞りカップ素材の底部に据込み成形を行うことで、写真1に示すようにカップコーナー部の絞り R の改善やボス成形が可能となる。

## UL プレスの紹介

### (1) UL プレス開発のコンセプト

「金型精度より高い精度のマシン」をコンセプト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することで UL プレスが誕生した。FCF 工法においては、UL プレスの特徴によって、その高精度成形が始めて可能となる場合も多い。以下に UL プレスの特徴を紹介する。

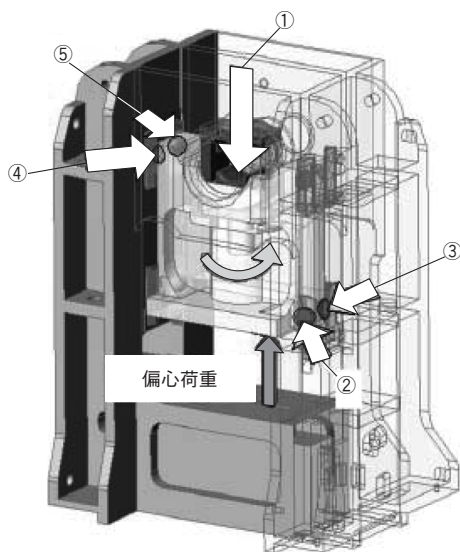


図8 UL プレスの構造

## (2)UL プレスの特徴

UL プレスは成形時の高精度・高剛性に徹底的にこだわり開発された。従来のプレス機械でも高精度、高剛性は重要な要素として開発されてきたが、あくまでも偏心荷重が少ない前提での精度・剛性であり、実際の成形負荷の影響を受けた動的状态においては、静的な精度に遜色ない動的精度を得ることができない場合が多かった。

これに対しUL プレスでは次の3つの特徴を有することにより、成形時においても高精度と高剛性を維持し、製品精度や金型寿命に明確な差が現れる場合が多く、一般のプレスと差別化されている。

- ①スライドギャップ“ゼロ”による高精度
- ②コンロッドレスおよび中央1ポイント機構による高剛性、少ない熱変形、コンパクト化
- ③高剛性一体フレームによる高剛性

図8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）を用いてゼロクリアランスでスライドをガイドすることにより、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 特級を優にしのぐ数 $\mu\text{m}$ を達成している。

偏心位置に荷重が作用する成形時の受圧部はスライド駆動部の①、下スライドガイドの前後②③と上スライドガイドの前後④⑤の5ポイントになり、これらの受圧部によりスライド精度を維持する。

剛性に関しては、コンロッドレス構造によるスライド側の圧縮ひずみの極小化と1ポイント構造によるスライドたわみの極小化を図り、鍛造加工のような中央集中荷重にも強いスライド構造としている。またコンロッドをなくした結果としてプレス全高さも低くなり、成形時のフレーム伸びも少なくなる。

これらの剛性に配慮したスライド構造とフレーム構造により、製品の底厚精度に影響する成形時のスライド下死点の変動も少ない。

成形荷重を受けるフレームはリング状の一枚板からなる一体構造を採用し（一部の大型機を除く）、伸びと関係する縦方向の剛性を高めるとともに、スライドの横方向の変位を抑えるために横方向の剛性も高め、ゼロクリアランスのスライドガイドとの相乗効果により、動的負荷時におけるスライドの横方向の移動を極小化している。

プレス機械の基本性能への徹底したこだわりにより開発したUL プレスはスライド構造やフレームの構造を変えずに、図9に示すように周辺装置やオプションとの組合せによりプログレッシブ加工やトランスファ加工、冷間鍛造加工にも対応可能な優れた汎用性を持つ。

写真2、図10はUL プレスの精度・剛性の有利さを示すためのデモ製品および成形の結果である。能力6,000 kNのUL プレスに評価のために金型を左にずらして取り付け、金型のガイドポストを取り外す。加工工程は座ぐり、エンボス、仕上げ抜ききのプログレッシブ成形で、成形荷重は1,900 kN、その荷重中心はプレスセンターから左に452 mm ずれている。

座ぐり厚さの左右の差は図10に示すように3,500 kNの絞りプレスにおいては0.035 mmにまで達し、スライドの傾きの影響が顕著である。従来の製品ではこの差は影響のない範囲として無視されてきたが、今後の高精度化においては見逃せない。これに対しUL プレスでは左右の差はわずか0.005 mmに収まる。また、UL プレスはガイドポストを取り外した偏心荷重状態の加工であるにもかかわらず、100%のせん断面を確保できている。

最近、UL プレスに当社が独自開発した低速・高トルク型サーボモーターを搭載したサーボプレ

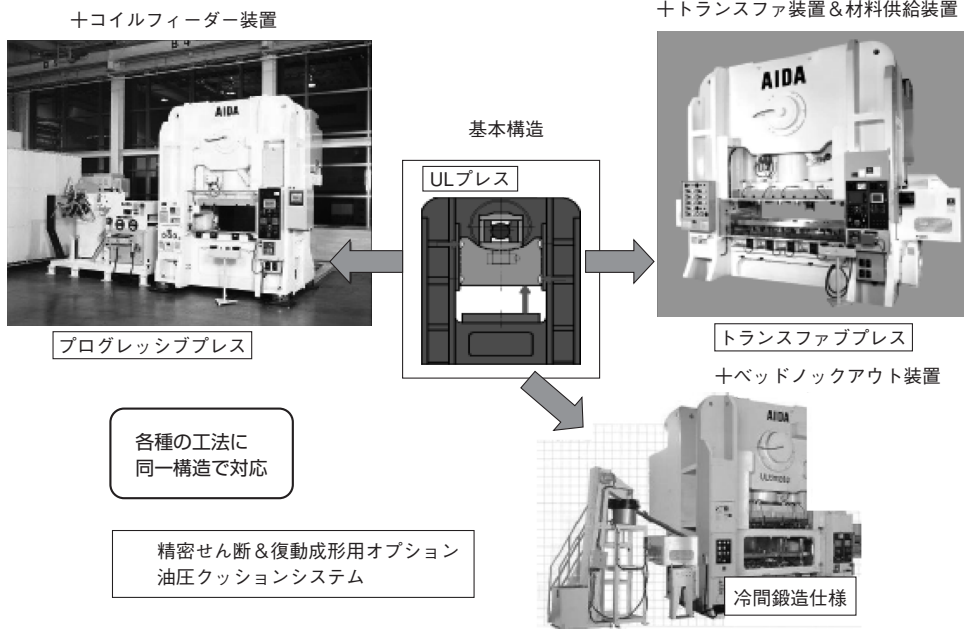


図9 UL プレスの汎用性



材質：SPCC、板厚：2.6mm

写真2 UL プレスによる成形品（フランジ）

ス DSF-U1 シリーズを発表した。DSF-U1 シリーズでは高精度と高剛性に加えて、サーボプレスの特徴を活かした最適モーションでの成形を可能にする。

☆

☆

中・厚板成形においては、当然のことながらその成形に見合った能力のプレス機械が必要である。一方、FCF 工法やネットシェイプ化、高精度化による高付加価値成形への要求は、ますます高度化してきている。これらの要求に対して、工法開発の今後の進展に期待する一方、プレス機械においてもそれらの要求に見合った高精度化への対応

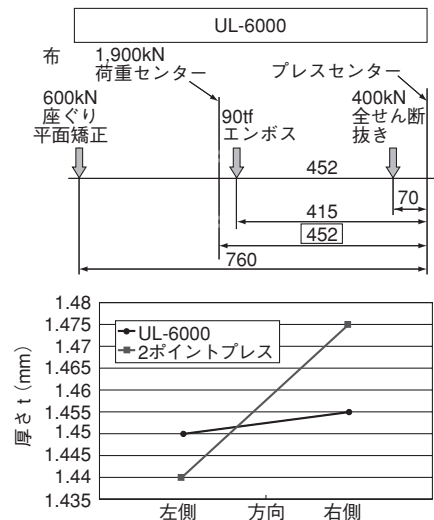


図10 UL プレスの成形結果

が必要である。金型、プレス機械そして周辺機器も含めたトータルシステムとしての高精度化、高剛性化、高機能化が必要である。

## 参考文献

- 1) 井村隆昭：型技術 2008 年 2 月号
- 2) 井村隆昭：プレス技術 2008 年 1 月号
- 3) 中野隆志：第 58 回金属プレス加工技術研究会