

高剛性のULプレスで実現する 厚物精密せん断

アイダエンジニアリング(株)
井村隆昭*

プレス加工におけるネットシェイプ化は、高精度・高強度で複雑形状の成形を目標として、コストダウンや企業の差別化に貢献し、後工程も省略することにより、工程短縮も可能になり省資源・省エネルギーの環境に優しい製造法として注目されている。塑性加工によるモノづくりの基本工法であるせん断加工においても3次元形状の精密せん断技術への期待が高まっている。従来の精密せん断はファインブランキングに代表される専用の複動成形機によるものが主であったが、最近ではプレス機械の高精度化、高剛性化により汎用の機械プレスによる成形への取り組みが進んでいる。

本稿では厚板精密せん断の視点から、成形を行う際のプレス機械についての留意点を含めてUL

(Ultimate) プレスとその成形事例を紹介する。

厚板精密せん断での プレス設備での留意点

通常のせん断加工は板厚が薄い場合が多く、せん断に要する荷重とプレスの圧力能力の関係にのみ注意を行うだけで問題がなかった。厚板の精密せん断は、製品によっては下死点上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と仕事能力（作業エネルギー）の検討が必要となる。図1に示すように、薄板と厚板のせん断の荷重－ストローク曲線を比較すると板厚の差の分だけ厚板の方が早く荷重が発生する。

また、せん断加工に必要なエネルギーも通常のせん断加工に比べて大きくなる。図1は、プレスの工程圧力曲線と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

*(いむら たかあき)：営業本部営業技術部担当マネージャー

〒252-0146 相模原市緑区大山町 2-10
TEL：042-772-5271 FAX：042-772-5261

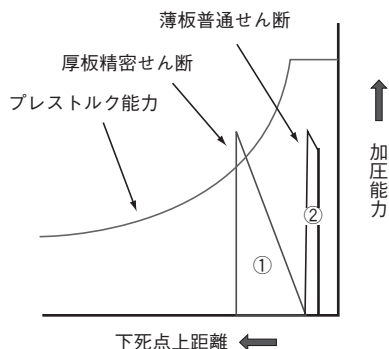


図1 厚板精密せん断と薄板普通せん断での
荷重－ストローク曲線

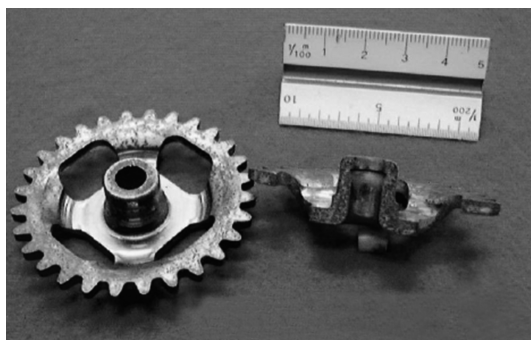


写真1 順送絞り＋増肉＋精密せん断

くなる。

厚板の精密せん断製品の場合、前工程でつぶしや増肉などのFCF工法（板鍛造）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。

写真1は順送成形において絞りを基本としたボス部の増肉後に、仕上げ抜きで歯形の全面せん断を行った製品である。このような場合は偏心荷重状態での成形となるためにプレスの偏心荷重特性にも留意する。

厚板の精密せん断工法

精密せん断の代表的な工法は、静水圧効果により延性を向上させて破断の発生を抑える精密打ち抜き（ファインブランキング）、拘束打ち抜き、据え込みせん断と破断面をせん断面に変える仕上げ抜き、シェービングなどの2種類に分けられる。

(1)精密打ち抜き（ファインブランキング）

精密打ち抜きは図2に示すように、微小クリアランス（0.005～0.02 mm）+Vリング付きの板押え+逆板押え（カウンター圧付加）の金型により複動成形を行う。微小クリアランスとVリングの素材への打ち込みにより静水圧効果を高め破断の発生を抑える。従来はトリプルアクションの専用設備を使用する加工であったが、最近では金型（ダイセット）に油圧クッションを組み込むことにより汎用プレスでの加工が一部の製品で行われている。

(2)据え込みせん断（押しせん断）

図3に示すようにパンチ径をダイ径より大きく設定することにより、せん断部に圧縮応力を作

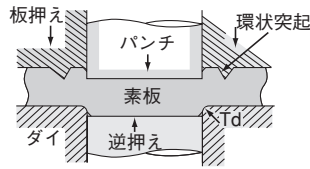


図2 精密打ち抜きの原理

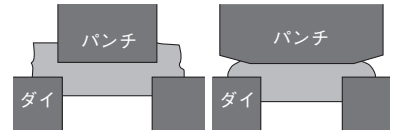


図3 押しせん断と据え込みせん断

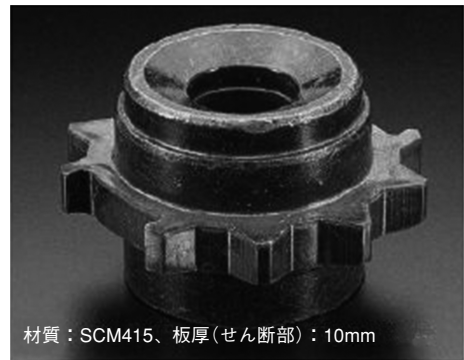


写真2 据え込みせん断によるカムの製品事例

用させることでも厚板の精密せん断が可能である。本工法では、せん断後に押残り部分のトリムとトリム後の段差を修正するしごき加工が必要となるが、圧縮応力を作用させやすいため、難加工材での精密せん断を行うための有効な工法である。写真2は材質SCM415にカム形状の精密せん断を行った例である。

(3)仕上げ抜き

簡易的な精密せん断法として仕上げ抜きがある。外形部にせん断面が必要な場合は、図4に示すようにパンチとダイのクリアランスを小さくして、Rまたは面付をしたダイで行う。破断の起点を抜き形状より外側にすることと、しごき加工を組み合わせることでせん断面を得る工法である。動的

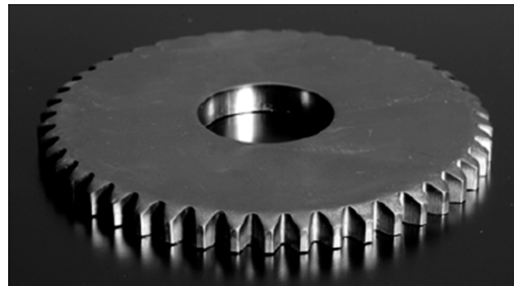
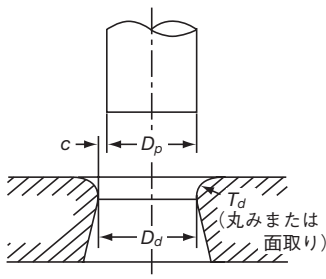


図4 仕上げ抜き³⁾の金型と製品事例

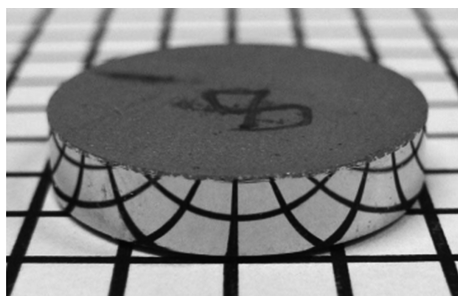


写真3 仕上げ抜き・丸 blanks 鏡面せん断⁴⁾

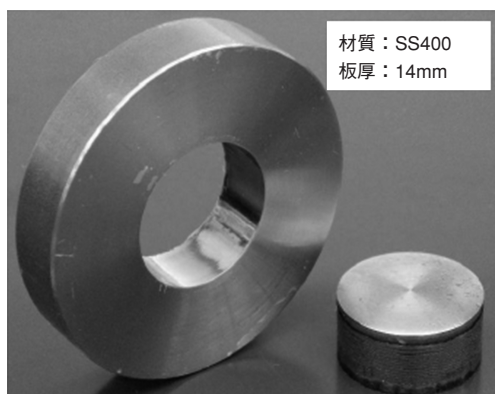


写真4 拘束打ち抜き・丸穴抜き製品

精度の高いプレスを使用することにより、金型のクリアランスを小さくすることが可能となり、チッピングなどの金型寿命も安定する。

写真3は丸形状のブランキングで材質 SPHC、板厚 4.5 mm の鏡面せん断のサンプルである。ダイは超硬合金に表面処理をしたものを使用している。クリアランスは 0.42% としている。

(4)拘束打ち抜き

厚板の精密せん断においては、歩留り向上の点から素材外周と打ち抜き部の幅（さん幅）を板厚より狭く設定することが多い。その際に図5に示すように通常の板押えだけでは、さん幅が狭いために抜きパンチの力が外周まで影響するため、外周寸法が変化する。結果として、せん断部での圧縮応力場が小さくなり良好なせん断面が得られない。その場合は、外周部を拘束ダイにより拘束し寸法変化を抑制する。その反力で打ち抜き部を圧縮応力場とすることで、全面せん断が得られる。

写真4に材質 SS 400 の板厚 14 mm に穴径 $\phi 30$

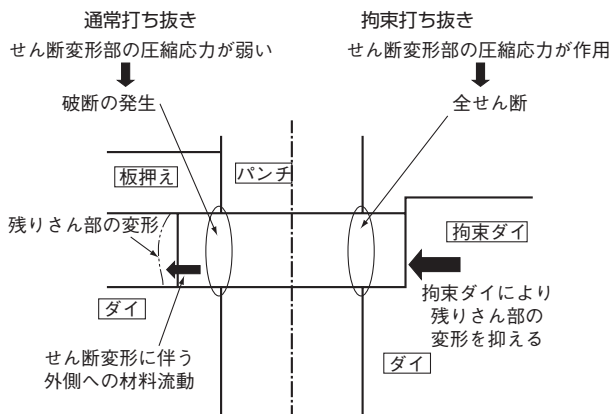


図5 通常打ち抜きと拘束打ち抜き

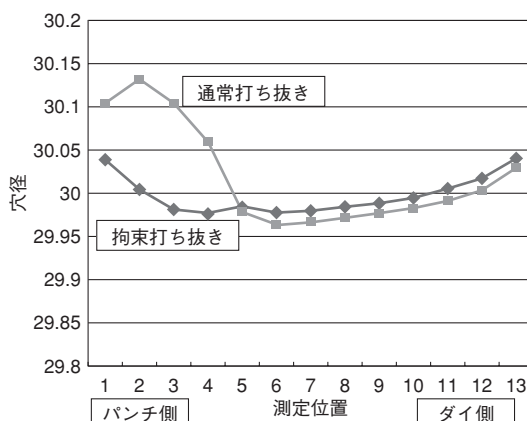


図6 拘束打ち抜き・丸穴抜き事例

mm の打ち抜きを行った事例を示す。本事例においても、超硬合金のパンチに表面処理を行うことで内径の鏡面せん断を行っている。また穴径の精度は、図6は非拘束の通常打ち抜きと外径拘束打ち抜きでの打ち抜き後の穴径を比較したものである。通常打ち抜きでは材料の外への流動による穴径の広がりパンチ側で顕著に認められるが、外径拘束打ち抜きでは、拘束ダイにより材料流動が規制されるために、パンチ側においての穴径の変化が抑えられていることがわかる。

UL プレスの紹介

(1)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求めることで誕生した。

(2)UL プレスの特徴

従来のプレス機械においても高精度と高剛性は重要な要素として開発が行われていたが、あくまでも偏心荷重が少ない前提での精度、剛性の追求であった。実際は成形による負荷の影響により、その静的精度を成形時に維持することが困難である。厚板の精密せん断においては、クリアランスの偏りやパンチ・ダイなどのチッピング、つぶし部厚さの偏差などの現象として現れてくる。

UL プレスは以下に述べる3つの要素により成形時においても高精度・高剛性であることを達成し、精密せん断を含む高精度プレス加工において、一般のプレス機械とは製品精度や金型寿命に明確な差が現れる。UL プレスの3要素とは、

- ①球形シューと4面ガイドによるスライドギャップ“0”：高精度、高い許容偏心荷重
- ②コンロッドレス中央1ポイント機構：コンパクト化、インライン化と高剛性、少ない熱変位
- ③高剛性一体フレーム：多工程成形

第1の特徴は図7に示すように、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のガイドを可能とし、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特級以上の数 μm を達成している。

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たわみの極小化と1ポイント構造による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が少なくなる。これらの値は一般プレス機械の1/2以下となる。

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。

UL プレスにおいては、図7のように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②、③と上スライドガイドの前後④、⑤の5ポイントになり、これらの

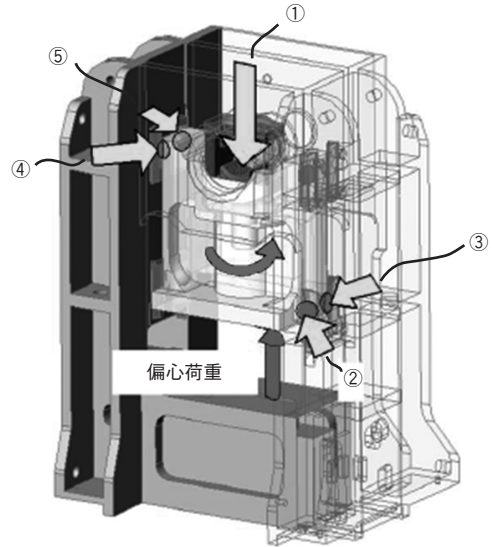


図7 UL プレスの基本構造

受圧部によりスライド精度を維持する。多工程成形では打ち抜き、絞り、曲げなどの作業開始高さはそれぞれ異なる複合的な成形となるため、成形中のスライドの位置により荷重を受けるポイントが変化するため成形工程全域で考えると、実質的には9点支持プレスと言える。

中型プレスまでは成形荷重を受けるフレームはリングの1枚板からなる一体構造を採用し、伸びと関係する縦剛性だけでなく、偏心荷重負荷時の横方法の変位を抑えるために横剛性も高めている。ULの最大の特徴は、実際の成形時の動的精度が高いことである。図8はストローク長さ80mm、スライドの左右寸法が1,200mm、能力2,500kN

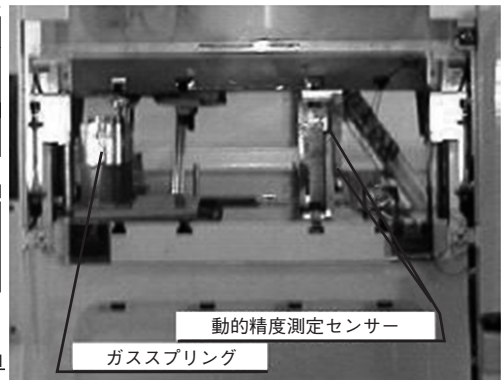
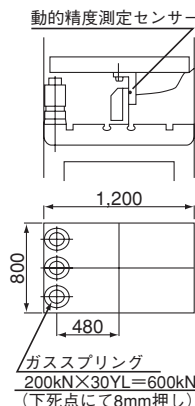


図8 UL プレスの偏心荷重のテスト

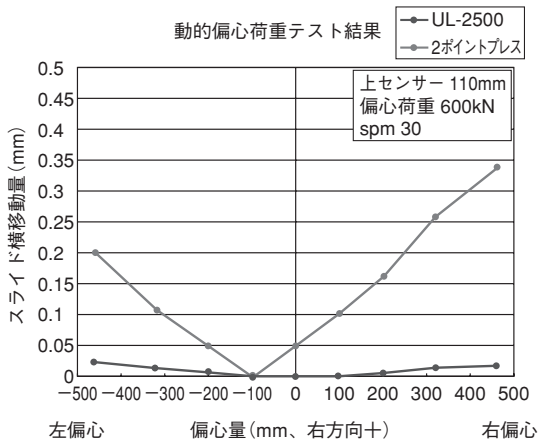


図9 偏心荷重作用時の横ズレ

のプレスセンターから左に 450 mm の位置で 600 kN の偏心荷重を作用させたときのテスト条件を示し、図9はこの時のスライドの横ズレ量、20 μ m を示す。

一般のプレス機械はギブの発熱を考慮して隙間的一面で 30 μ m 以上必要とし、スライドの横ズレは最小でも 60 μ m になる。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10に示すように周辺装置とオプションの組み合わせによりプログレッシブ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。最近 UL プレスに独自開発の低速・高トルク型サーボモーターを搭載した UL-D シリーズを発表した。UL-D シリーズでは高精度と高剛性に加えて、サーボモーター駆動の特徴を活かした最適モーションでの成形まで取り組める。

☆

☆

プレス機械の高精度化と高剛性化、高機能化を追求した UL プレスによる精密せん断を含む精密プレス加工が、これからの新しいモノづくりへ貢献することを願う。

参考文献

- 1) 井村隆昭：プレス技術 2008 年 1 月号
- 2) 中野隆志：第 58 回金属プレス加工技術研究会
- 3) 中川威雄：薄板のプレス加工、実務出版株式会社、30 -33
- 4) 村上碩哉他：H 21 塑加春講論、304

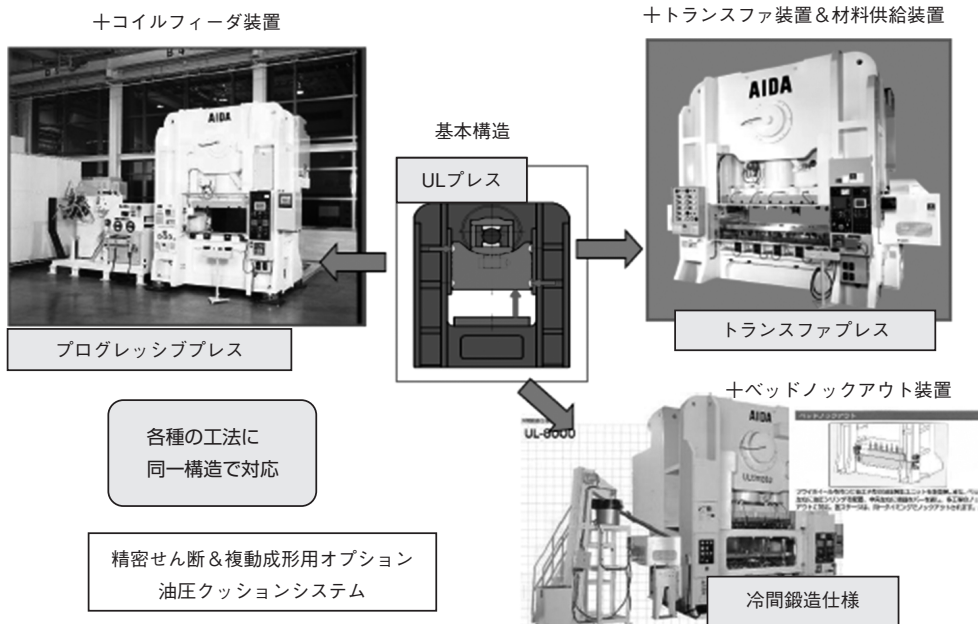


図10 UL プレスの汎用性