



N.Orita

板金加工機械20年の歩み

株式会社 アマダ 取締役
織田 直樹

1. はじめに

天田財団設立20周年を機会に、板金加工機械20年の歩みをまとめることになった。

第三者的な立場での統計数字が少なく、弊社の有する統計数字、あるいは私自身が経験したことが元になっていることをご了解願いたい。また、数字の捕まえ方が色々あり、他の統計数値と多少の齟齬があるかも知れない点をお断りしておく。文中にアルファベットで表現されたマシンは、全て弊社の機種名であることをお断りしておく。

2. この20年の市場変化

弊社の有する統計数字を大きく捕まえたとき、この20年の市場変化で特徴的なことが4点挙げられる。

(1) レーザマシンの拡大

レーザマシンの売上高は10倍に伸びている。一方、パンチングマシンやプレスブレーキの売上高はほぼ横ばいである。機械プレスの売上高もほぼ横ばいである。

(2) 自動化装置の拡大

材料自動搬入装置や自動倉庫の売上高は5倍近くに伸びている。

(3) 海外市場の拡大

日本の市場規模は70%に縮小、逆に海外市場が3倍以上に伸びている。

(4) 単機能マシンの衰退

シャーリングマシンなど単機能マシンの売上は25%にまで縮小した。

3. この20年の開発目的変化

手元に20年前に企画されたレーザマシン開発計画書がある。この中から開発目的を拾うと下のようになる。

(1) 機能に関すること

高速加工・高精度加工・安定加工・システム化・製品とスクラップの仕分け・マイクロジョイントレス加工・多種小ロット加工から多種大ロット加工までの対応・省スペース

(2) コストに関すること

低価格・低ランニングコスト

(3) 作業者に関すること

自動化・省人化・無人化・夜間無人運転・段取の簡易化・3K作業の追放・高効率集塵による作業環境の向上

最近の開発計画書もこれらとほとんど変わらない。あえて変化を書き上げると下のようになる。

(1) 多種小ロット加工から多種大ロット加工までを表現するのに、変種変量生産との表現が使われている。

(2) 3K作業との表現が廃ってしまった。

(3) 自動化・省人化・無人化の要因を、少子高齢化と関連付けている。

(4) 低ランニングコストを、省エネルギー・省資源・地球環境負荷低減と関連させている。

(5) 制御系の開発計画書には、ユビキタスを謳ったものがある。

開発目的が社会的な問題解決から発生することは理解できる。少子高齢化、地球環境負荷低減、ユビキタスなどがこれにあたる。一方ユニバーサルデザインなど、社会的な問題と認識されながらも、マシンの開発目的に上がっていないものもある。今後社会を構成する企業として、より社会的な問題解決が要求される時代が来ると思われる。

4. レーザマシンの20年

最も発展著しかったレーザマシンであるが、弊社での新商品も20年間で25機種に及ぶ。この20年を4期に分けてまとめた。

(1) レーザ切断加工認知の5年

「あらゆる材質を任意の形状に高品質に切断できる」可能性を持つレーザマシンの特性を生かして、お客様の製造現場で生産設備として使用できるベーシックマシンが市場に投入された。アシストガスに高圧窒素を使用したステンレス鋼板の無酸化切断やアルミニウム切断等、加工アプリケーションの基礎が開発された時期である。

写真1はレーザマシン黎明期のLCであり、500台以上生産された。

(2) 薄板板金市場と厚板板金市場との2極化が始まった5年

「レーザで板厚いくらのワークまで切断できるのか?」…発振器の技術革新による高出力化に伴い、薄板板金市場以外のマーケットへの展開が行われた。ピアス方法やワークへの蓄熱を抑えた加工方法などの加工アプリケーションが構築され、質量が大きいワークに対応できるようなレーザマシンが市場投入さ

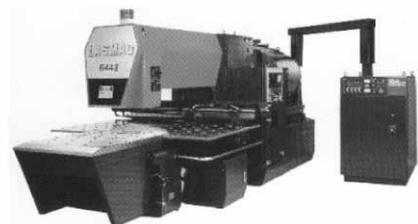


写真1

れた。また、薄板板金市場においては、パンチングマシンとの複合加工機が商品化され、新たな市場の構築が始まる。

写真2は薄板板金市場向けのLC α である。発売以来15年間に2800台生産された。

(3) 生産性向上の5年

サーボ技術の進歩とレーザ出力制御・アシストガス圧や非接



写真2

触れいセンサの応答性が飛躍的に向上したことにより、パンチングマシンの生産性を目標に生産性の高いレーザマシンが開発された。また、板金溶接の高品位化・自動化を目的に、レーザ溶接システムが板金加工の溶接工程にも導入され始めた。

写真3は薄板から厚板まで切断可能なF0である。発売以来10年間に1800台生産された。

(4) レーザ加工システム構築の5年

加工時間が短縮され、加工可能板厚がアップしたことによ



写真3

り、レーザマシンオペレータの負担が増加した。材料の搬入・搬出装置によりシステム化されたレーザマシンは、レーザ加工の安定化に伴い、自動機としてその市場価値が高まった。

レーザマシンの普及により、レーザマシンがあれば儲かる時代から、いかに生産性の高い生産設備を構築して差別化を行うかが課題となった。

(5) 現在

発振器・制御技術の技術革新と各種センサ技術の進歩は、加工性能を飛躍的に向上させ、レーザ加工の自動化を阻害する要因を排除する。ピアス貫通や加工不良を検出するセンサやその検出信号を利用した加工パラメータ補正機能、レーザ出力・速度指令の変化に高速に応答できる発振器・制御技術などは、レーザ加工機を更に安定した信頼性の高い生産設備に進化させている。現在、ネットワークによってデジタル化された板金加工工場では、レーザ加工機を核とした板金加工工程が構築され、そこでは熟練技術を必要としない誰でも簡単に同じ製品ができる生産設備が求められている。レーザマシンは、新しい機能・加工アプリケーションの開発と共に、更に生産性の高い安定した生産設備へと進化を続けている。

5. パンチングマシンの20年

弊社での新商品は20年間で15機種に及ぶ。

パンチングマシンの20年を駆動方式の変遷で捕えてみた。

(1) 機械方式

フライホイールに蓄えたエネルギーをクラッチによって開放し、クランクシャフトを駆動する方式。パンチングマシンの黎明期には乾式クラッチが使われていたが、1980年代から湿式クラッチが登場した。これにより騒音が低減し作業環境が改善された。生産性の向上が叫ばれた時代であり、高速加工により大量生産に大きく貢献した。

写真4はPEGAであり湿式クラッチを搭載している。累計生産台数は5700台を超える。写真5は開発途上国向けのARIESであり2400台生産された。

(2) 油圧サーボ方式

油圧サーボ方式により自由なモーション制御が可能となっ



写真4



写真5

た。また、加工の多様化も可能となり、打抜き音の低減も図られた。この時代になると客先での保有金型数も増大し、自動化が叫ばれた時代背景も手伝い、金型の自動交換がいろいろ試行された。また、金型の管理に関していろいろな方法が登場した。金型や機械構造の工夫で、成形、曲げ、タップ加工も実現できるようになった。

写真6は油圧サーボ方式のVIPROSであり、1300台余り生産された。

(3) 電動サーボ方式

駆動源としてサーボモーターを用い、このモーターで直接クランクシャフトを駆動、制御する。油を使わないことから、低環境負荷マシンとして主流となった。

また、サーボモーターの制御方法の工夫により省エネルギーが実現された。パンチングマシンからレーザマシンへと変わり行く時代に、パンチングマシンの新しい付加価値が模索されている。



写真6

写真7は電動サーボ方式のEMであり、累計生産台数は既に1800台に上っている。



写真7

6. プレスブレーキの20年

弊社での新商品は20年間で13機種に及ぶ。板金の曲げ加工をその加工方式で大別すると、V曲げ方式とL曲げ方式に分けられる。

V曲げ方式の歴史は長いが、現在もなお板金加工業界で最も使われている方式である。多種多様な金型との組合せにより極めて汎用性の高い曲げ加工が可能であり、その代表的な機械としてプレスブレーキがある。一方、L曲げ方式はV曲げ方式に比べて汎用性には劣るものの、近年特に叫ばれている省力化省人化及び安全対策を目的とした自動化対応などに適した方式であり、特にパネルベンダーと呼ばれることがある。

プレスブレーキ（以下パネルベンダーを含む）は、出現当初より幅広い業界に受け入れられ、様々な要求仕様のもとで進化してきた。その機械としての変遷の歴史は大局的には駆動方式にみる事ができる。プレスブレーキの受け持つ加工範囲は、標準的には加工能力数トンから400トン、曲げ長さは数mmから4000mmとかなりの幅を持つ。それらの加工範囲に対して満遍なく汎用機としての生産性と加工精度を維持、提供していくために駆動方式には大出力と高精度の両立が求められてきた。以下、プレスブレーキの20年を駆動方式の変遷で捕えてみた。

(1) 機械方式

フライホイールとクラッチによるクランク方式。高出力が得られるので、コイニング主体の加工が行われ全盛を極めたが、制御の自由度が少なく高精度化の要求を満たすことができず、後の油圧方式の出現に伴い衰退した。

(2) 油圧サーボ方式

電動機、油圧ポンプを用い効率よく大出力を発生する方式。電動サーボ方式が出現した今日でも150トンを超える大出力はこの油圧サーボ方式を用いる。位置決め精度向上の要求に伴って、次のような制御方式の変遷がある（現在も要望に応じ適宜選択される）。

a. 機械的油圧サーボバルブ制御方式

機械的な部品によって油圧サーボバルブの制御を行う安価で故障の少ない位置決め制御方式。基本的にはオープンループ制御である。

写真8はこのタイプの代表機種RGである。この20年間の生産台数は20000台を超えている。写真9はこのタイプの

高精度機であるFBD IIIである。累計生産台数は7000台を超えている。



写真8



写真9

b. 電氣的油圧サーボバルブ制御方式

電氣的なフィードバック制御により数 μ mの高精度位置決めを実現する方式。

クローズドループ制御である。作動油品質に高度な管理が必要であり、高価であることが難点。

(3) 電動サーボ方式

駆動源としてサーボモーターを用い、ボールネジとの組合せでラムを高精度に駆動、制御する。油を使わないクリーンな作業環境が確保できることから近年の主流となりつつあるが、油圧に換わる大出力は技術的に難しい。

(4) ハイブリッド方式

電動サーボ方式と油圧サーボ方式の利点を活かし、高制御性、高精度と大出力を得る事ができる。サーボモーターで油圧ポンプを駆動、制御し油圧シリンダーでラムを動かす。少量の作動油で駆動できるので環境低負荷方式としても優れている。

写真10はこのハイブリッド方式のHDSである。累計生産台数は1800台を超えた。



写真10

7. 機械プレス機の20年

機械プレスは、レーザマシン、パンチングマシン、プレスブレーキと比較し、歴史も古く技術的にも成熟している。顕著な技術革新もなくしばらく来たが、ここ数年電動サーボプレスの出現により、新しい時代を迎えたようである。電動サーボプレスは自由なモーションコントロールが可能であり、今後利用技術の研究が進めば、多種多様な加工ができる可能性がある。また、今後は制御技術の進歩の恩恵を直接受け、機械プレスの技術革新が急速に起こることが考えられる。

写真11は典型的な機械プレスであるTPであり、シングルポイントとダブルポイントを合わせると、この20年間に20000台を生産した。写真12は電動サーボプレスSDEである。



写真 11



写真 12

8. 今後の板金加工機械

これまでの技術革新は経済的効果をもたらすものを第一義としてきた。20年前に企画された開発計画書に謳われた開発目的がこのことをよく物語っている。しかしながら近年、低環境負荷やユニバーサルデザインなど、マシンコンセプト作りの段階でのパラダイムシフトがゆっくりではあるが進んでいる。経済的価値を求めるだけの技術者は不要であり、社会的価値の高いマシンを創造することが求められる。ものづくりに直結した我々の業界でも広く世間に眼を見開いた技術者が求められる所以である。

板金加工機械の発展を促進する個別技術としては、レーザ加工技術とサーボモーターをトリガーとする制御技術が上げられる。これらの技術が社会的ニーズと結びついたとき、また大きな技術革新が期待できる。今後20年間の更なる発展を確信している。