

# 直動4軸式 高精度平行加圧サーボプレス機

株式会社 放電精密加工研究所  
代表取締役社長 二村 勝彦

(株)放電精密加工研究所 開発事業部 加工開発グループ グループマネージャー	村田 力
(株)放電精密加工研究所 開発事業部 マトログループ 製造技術・サービス係 係長	金子 広光
(株)放電精密加工研究所 開発事業部 マトログループ 機械設計係 係長	高橋 竜哉
(株)放電精密加工研究所 開発事業部 マトログループ 電気・制御係 係長	稲田 篤盛

## はじめに

わが国の物づくり力は中国、東南アジアの台頭により通常の生産技術で生産できる部品では生産コストの問題から競争力が低下しており、より高度な技術による負荷価値の高い製品が求められている。金属プレス加工においても既存の技術からの脱却が求められており、近年日本独自の技術としてサーボモータでスライドを駆動するサーボプレスが市場に出回るようになってきた。しかし、一般に出回っているサーボプレスは既存の構造を用い、駆動源であるモータをサーボモータに置き換えたに過ぎず、プレス加工機が持つ基本的な問題の解決には至っていない。本開発機ではプレス加工機が持つ基本的な問題を解決し、従来のプレス加工では不可能視されていた高度な成形を可能にすると共に、コストダウン、環境改善を実現した。

## 開発のねらい

既存のプレス機械には次のような問題点があり、高精度化の足かせとなっていた。

(a) 上下動の下限である下死点の位置決め精度が悪い。

(b) 金型で加工時に発生する偏心荷重を抑えきれず、加工精度の悪化や金型破損を招く。

(c) 加工時の動作が機械構造に制約され、加工部品に適した動作が得られない。

(d) 技能を要する面が多く、熟練者を育てるには時間がかかる。

(e) 騒音、振動などの環境面での問題が多い。

当社は創業以来、放電加工法による金型製造を行ってきており、高精度な金型の製造コスト低減を図っていた。しかしながら高精度部品や新素材部品の加工は、従来の金型の高性能化、高機能化だけでは実現できないことが分かってきた。そこで当社は金型メーカーの立場から、従来方式のプレス機械を抜本的に変えることに着目し、サーボモータとボールねじでスライドを駆動する新方式による「直動式4軸平行加圧デジタルサーボプレス」の開発を世界に先駆けて行い、上記のこれら(a)～(e)の問題解決に挑戦した。

## 装置の概要

本開発機ではサーボモータにより駆動されるボールねじをスライド4隅に配置し、それぞれをリニアスケールからの位置情報により独立制御を行い、偏心荷重等による外乱を極力抑止

し、常にスライドの平行状態を保ちながらプレス動作を行うことを特長としている。（特許3682011）

## 技術上の特徴

本開発機は、一般的なサーボプレス機と異なり既存機のリンクやクランクをサーボモータで駆動するのではなく、**図1**に示すようにサーボモータ駆動によるボールねじを駆動要素として採用し、スライドの4隅に配置している。ボールねじを採用することにより、加圧方向の隙間を極力低減し、スライド位置決め精度を向上させている。また既存のプレス機ではスライドの支持数は高精度機においても2軸が一般的であるが、本開発機では4軸方式を採用している。このサーボモータ駆動ボールねじ各軸に対して、同じくスライド4隅にリニアスケールを配置し、各リニアスケールからの位置信号でのフィードバックにより、各サーボモータを独立制御している。このリニアスケールから読み取

られる位置が4軸あるスライド駆動機構により常に同じ位置になるよう制御を行う結果、スライドの平行を保ち、高精度な位置決めを実現している。

以上のような構造及び制御を行っても、プレス加工ではスライドが高速に移動し、なお且つ実際の成形は材料板厚範囲で行われるため、加工により起きる偏心荷重は瞬時に発生するのでスライドの傾きを抑止することは困難である。そこで本開発機では、**図2**に示す「平行制御」と称する制御方式を開発した。

本制御方式は、予め予備動作を行い、予備動作時に発生した偏心荷重により起きるスライド傾き量を検出・記憶し、実際の加工時には記憶した傾き量を傾き発生位置において補正方向に先行動作させ、平行を保持するものである。

以上のような機械構造及び制御方式を開発・採用することにより、金型で加工時に発生する偏心荷重によるスライド傾きを抑止し、高精度な位置決め精度を実現している。

また、ボールねじによりスライドを直接駆動する「直動方式」を採用しているため、既存構

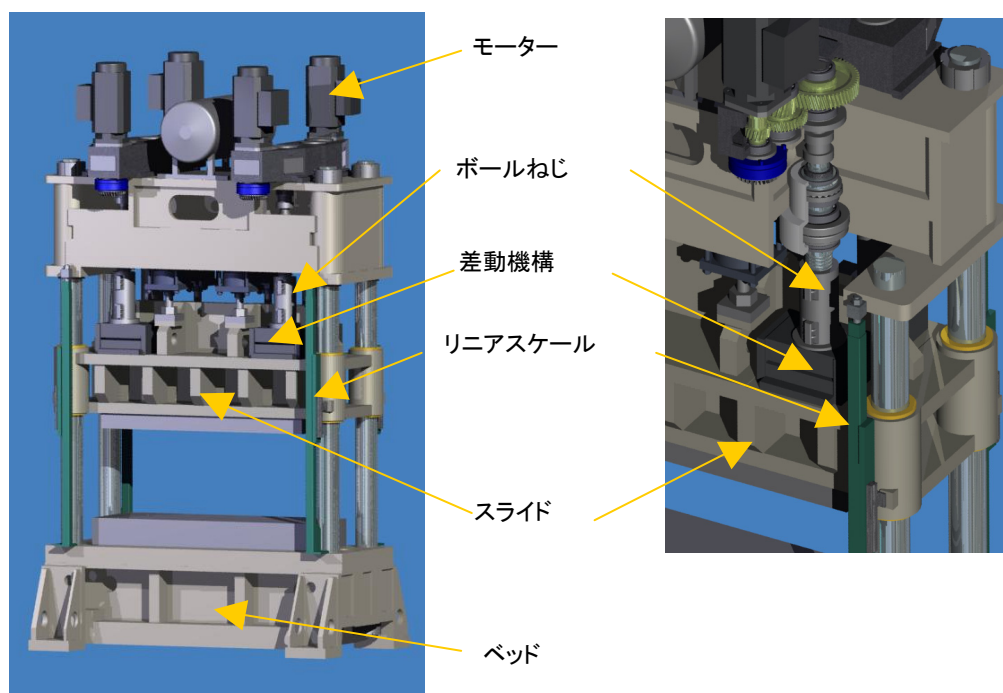


図1 機械構造

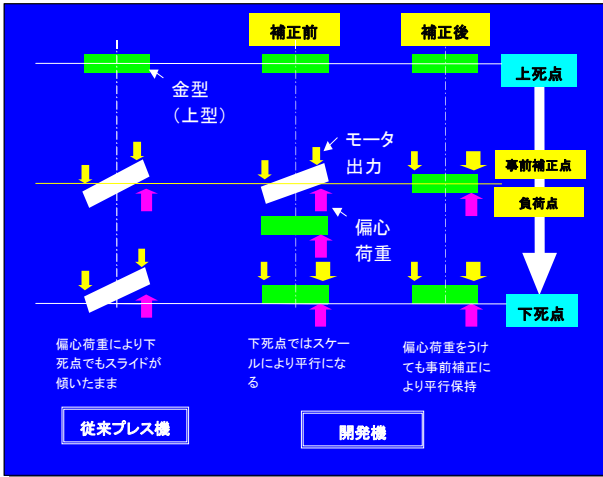


図 2 平行制御

造であるクランクやリンク機構を用いた場合の問題である、加工パターンの制限が緩和され、スライドストロークいずれの位置でも最大能力を発生させることが出来る。図 3 に示すように順送金型において負荷高さを分散させることにより、金型合計で機械公称能力以上の荷重の加工が可能となる。また一般のプレス機では大きな能力の機械を用いても、負荷高さを分散させると、より大きな偏心荷重を発生させてしまうため、實際上、加工は不可能である。図 4 に段差加工時のスライド位置及び傾きの状況とモータトルクとの関係を示す。各加工段において（1 段成形から 3 段成形）それぞれの荷重に応じてモータトルクは変化しているが、4 軸の

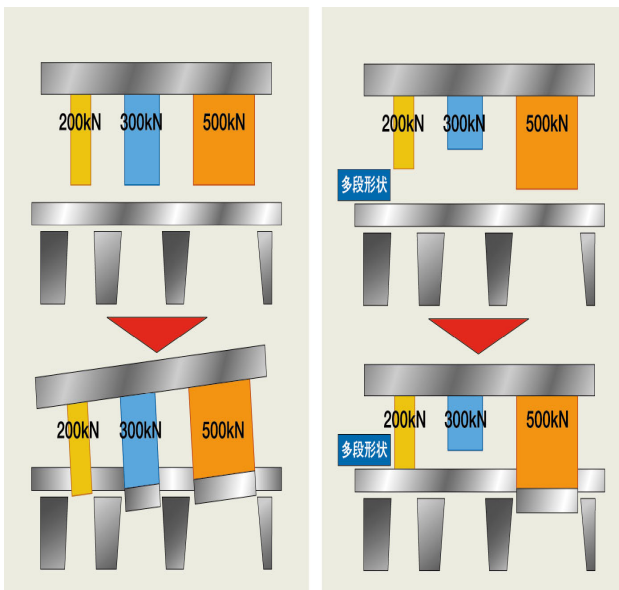


図 3 多段加工

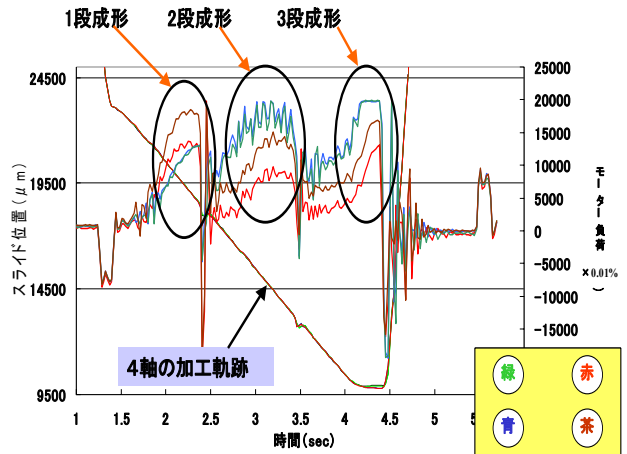


図 4 段差加工時のスライド位置及び傾きの状況とモータトルクとの関係

加工軌跡からスライドの挙動は傾きも含めて円滑に動作していることが分かる。

このように本開発機の普及により、従来のプレス加工機の問題を解決すると共に、新しい加工法創出に貢献できると考えている。

## 実用上の効果

本開発がわが国の産業界に普及することで、低迷している金属プレス加工業の活性化と付加価値の高いものづくりの発展に貢献できる。また、経済効果としては高精度化と高い成形性を持つことで、現在機械加工法や鍛造工法で製作している部品を、生産性の高いプレス化することが可能となり、コストダウンに大きく寄与できる。

開発機の具体的な経済効果として、下記の点が挙げられる。

### 1) 電力消費量の削減→省エネ効果大

必要な際に必要なだけ動力を発生させることが出来るため、エネルギー消費の無駄が少ない。

更に、モータ制御部分に回生ユニットを搭載して運転時に発生するモータの回生エネルギーを電力に変換し戻す事を行い、消費電力の低減を図っている。

また、段差加工で負荷を時間的にずらして分散させることにより、8000kNのプレス機が必要であった加工を3000kNのプレス機にて実現し省エネ効果1/2以下にした実例がある。

(自動車エンジン用スプロケット)

2) 新加工法による新分野の開発(鋳造・機械加工部品をプレス化)

従来切削工程にて製造していた部品を、偏心荷重問題の解決・下死点精度 $5\mu\text{m}$ の実現により部品製造の全工程をプレス工程に置き換えコスト効果1/2を実現した実例がある。

(自動車用エアバッグ部品)

3) 金型寿命の向上(従来比3倍) : 産業効果に及ぼす貢献度大

偏心荷重問題を解決したことで、金型への負担軽減で金型の低コスト、小型化が実現した。



写真1 5000kNシングルスライド機



写真2 自動車エンジン用スプロケット加工例

また、平行制御の効果により、金型のチップニング等がなくなり、金型寿命を従来の10倍まで改善し月額300万円のコストメリットが出た実例がある。(自動車エンジン用スプロケット)

開発した5000kNシングルスライド機の外見を写真1に、自動車エンジン用スプロケットの加工例を写真2に示す。

## 工業所有権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

公告特許 2件、公開特許 14件

その他、関連特許 37件

(以下特許例)

- |                    |          |
|--------------------|----------|
| (1) 特許 3682011     | 「プレス機」   |
| (2) 特許 3689010     | 「プレス機」   |
| (3) 特開 2004-314101 | 「プレス成形法」 |

## むすび

ACサーボモータ直動式による開発機は、静的・動的精度において、今までのプレス機より数段高い正確さを維持することが出来る。優れた下死点精度と偏心荷重対応が可能になったことにより、今まで様々な問題があったプレス加工において、次のような問題が解決できた。

- ① 偏心荷重問題を解決したことで、金型への負担軽減で金型の低コスト、小型化が実現。
- ② 自由な成形モーションと下死点精度の向上で従来のクランク、リンク、油圧プレスすべての種類の特徴を発揮できる加工を可能にした。
- ③ 金属プレス加工業界に新しい工法(段差加工等)展開の可能性与えた。

今後もさらなる高付加価値加工に向けての最適なマシンとして、活用していただきたい。