サーボ駆動式プレス機

従来の機械式プレスと機械式サーボプレスの違い

プレスの動きであるスライドモーションを自由に設定できる機械式サーボプレスの利用が増えている。ここでは、これまでの機械式プレスと機械式サーボプレスの違いについて紹介する。また、スライドモーションを活用して各種塑性加工性を向上した事例を冷間プレス、ホットスタンピング、冷間・熱間鍛造と広く紹介する。さらに筆者が取り組んでいる振動モーションを用いた摩擦低減、ボンデフリー鍛造、液封鍛造なども紹介する。

横浜国立大学
大学院工学研究院
准教授
前野 智美

製品製造時も脱炭素化

自動車業界において電気自動車（EV）化の流れがますます強くなっている。欧州連合（EU）や米国で内燃自動車の販売規制や政府調達方針の草案など変化にも対応する必要が出ており、EV化は急務だ。EVではバッテリー積載によって重量が増加するため軽量化がさらに重要となる。また、車体構造の変化にも対応する必要がある。さらにエンジン音がないため、さらなる静音性が求められ、減速機の歯車などにも高精度が求められている。

自動車の変革だけでなく、近年は製品製造時の二酸化炭素（CO_2）排出も注目されており、最終製品の燃費だけでなく素材製造時、加工時のCO_2排出もケアした塑性加工技術が要求されている。プレス成形や鍛造において、これらの変化に対応するのにサーボプレスに期待するところは大きい。

サーボプレスの特徴

従来の機械式プレスでは金型の動きとなるスライドモーションを自由に設定できなかった。モータートルクが弱く、フライホイールに蓄積した回転の勢いによって大荷重を発生させるためである。1990年代にネオジウム磁石を搭載した高トルクのサーボモーターが開発され、フライホイールを用いずにサーボモーターで直接制御する機械式サーボプレスが開発された。

図1にサーボプレスの特徴を従来プレスと比較する。フライホイールを用いないため、スライド停止、上昇、加圧保持など金型の位置を自由かつ高精度に制御できる。また、常時フライホイールを回転する必要がなく、スライド動作時のみに回転するため、省エネルギーである。また、周辺装置との親和性も高くなっている。

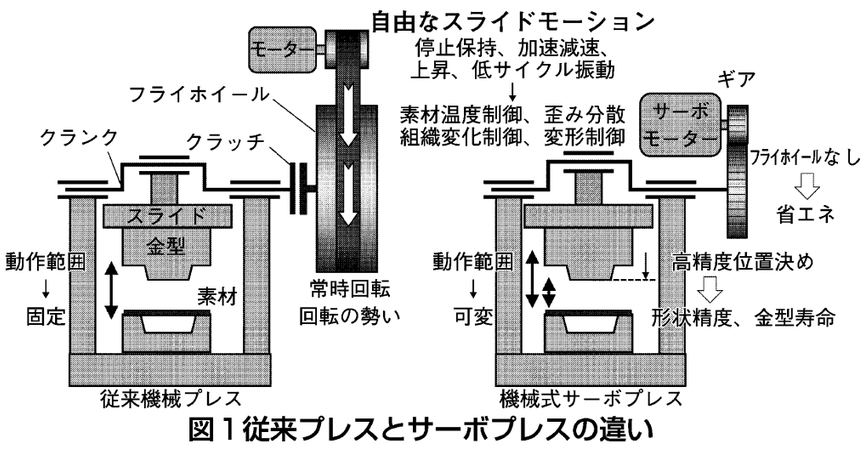


図1 従来プレスとサーボプレスの違い

冷間プレスへの応用

材料変形を途中で停止保持するとその間に歪みが分散し、変形の集中が緩和される応力緩和が確認されている。この現象を高張力鋼板（ハイテン）の深絞り加工に応用した事例が報告されている。荷重を除荷する必要はなく、成形の途中で0・3秒などのわずかな時間の停止を設けるだけで、成形途中の割れを抑制している。

曲げ成形では複数回のリストライクや下死点保持による応力緩和などによってスプリングバックの低減などがされている、また、これによって後工程での矯正プレスを省略している。

深絞り成形の途中で、スライドを上昇させて金型を数回開くスライドモーションでは、金型と板材の分離によって、金型との固着を防止して摩擦を低減し、割れを防止する方法も提案されている。

ハイテンなどのせん断加工において、パンチとブランクが高速で衝突するとその衝撃で工具位置がずれてクリアランスが不安定になり、切り口品質が不安定となる場合がある。接触する瞬間にスライド速度を低下させ、切り口面品質を安定化させることが報告されている。

低延性の材料ではフランジ成形などにおいて、切り口から割れる可能性があるため、切り口面の品質を安定化させることは、後工程の品質安定化にもつながる。

スライドモーションと板押さえの組み合わせ技術

板押さえをスライドモーションと同期制御させて、成形性を向上させることも可能である。

サーボクッションを用いて深絞り成形中の板押さえ圧を積極的に制御し、限界絞り比を向上している。

また、パンチの進行と板押さえ圧力の負荷タイミングをずらす逐次的な成形方法も開発されており、チタン合金の温間絞りにおいて、肉厚減少を低減する方法も提案されている。

（次のページに続く）

世界の新鋭工場に数多く納入

大峰 チップコンベヤ

プレスライン用コンベヤ

納入実績
アメリカ・カナダ・メキシコ・ブラジル・韓国・中国・タイ・インド・インドネシア・シンガポール・ベトナム・マレーシア・オーストラリア・ポーランド・トルコ・イギリス

抜き屑・切り屑処理については、ご一報下さい。迅速に対応します。

切り屑、抜き屑チップコンベヤ集中処理システムのご相談はトップメーカーの大峰とご用命ください。
大峰工業株式会社
URL http://www.ohmine.co.jp/

本　社／〒530-0001 大阪市北区梅田1丁目11番4-1000号（大阪駅前第4ビル10階17号）
TEL06(6344)1117(代表)　FAX06(6341)4508
E-mail info@ohmine.co.jp
東京営業所／〒160-0023 東京都新宿区西新宿3丁目5番12号（トーカン新宿第二キャステール309号）
TEL03(5321)7255(代表)　FAX03(5321)7256
E-mail tokyo@ohmine.co.jp
工　場／天 理・山 口・和歌山

ラインナップ充実

サーボ駆動式プレス機　有力各社の製品・技術　順不同

アマダプレスシステム

アマダプレスシステムの新商品「多関節ロボット・プレス高速ラインシステム　ARPAS」は、プレス加工と加工対象物（ワーク）搬送において、独自の協調制御を応用し、6軸多関節ロボットを活用したWAVE協調制御運転を実現した。従来の多関節ロボットプレスラインでは、プレスの加工スライドの上部到達を待ってから規則的にワークを搬送する交互運転が主流で、ムダな時間が生じていた。ARPASのWAVE協調制御運転は、サーボプレスと搬送ロボットの動作を可能な限りオーバーラップさせ、搬送完了から加工までの時間を最短化し、生産タクトが向上する。

放電精密加工研究所

放電精密加工研究所の4軸直動式デジタルサーボプレス機「ZENFormerシリーズ」は、平行制御、ミクロン単位の下死点繰り返し精度、全ストロークでフルパワーの発生が可能であり、高精度成形を実現する。金属・樹脂・フィルム・炭素繊維・粉末などの多彩なマルチマテリアルな成形に対応したラインアップが充実している。

同シリーズは完全デジタル駆動のため環境への負荷が少なく、成形能力100トンの「ZENFormer MPS410 0」では同等性能の油圧プレスと比較し、消費電力量を約57%削減できる。また、作動油使用量や振動の低減も実現する。

日本電産シンポ

日本電産シンポの小型高速精密サーボプレス「SS−6SV」「SS−8SV」は、KYORIブランドで培った高速精密プレスの技術を生かし、電池部品、電気自動車（EV）用部品などを生産するユーザーから高い支持を得ている。フレーム構造には、振動吸収に優れた鋳物製フレームのストレートサイド構造を採用。スライドガイドにはゼロクリアランスの8面ニードルガイドの採用で高剛性と高精度を実現した（プレス精度　日本産業規格特級）。このほど同サーボプレスをリニューアルし、モーターや操作盤などを改良。エネルギーコストの低減や生産性の向上に貢献する。

ホットスタンピングへの応用

プレス成形と焼き入れを同時に行うホットスタンピングは超高強度部材が製造でき、自動車などで利用されている。しかしながら鋼板の900度C程度の加熱が必用であり、それによるCO2排出が指摘されている。一方で、ホットスタンピングは冷間プレスに対し歩留まりが高い場合が多く、素材のCO2排出を低減できる場合もある。ホットスタンピングでは鋼板を金型で急冷するために、鋼板を金型で10秒程度、強く挟むことが必要である。そのため、油圧プレスが多く使われているが、油圧の昇圧に1−2秒かかり、加工が長くなってしまう。一方、機械式サーボプレスでは0・2秒程度で保持圧力が上昇するため、加工時間を短縮することができる。

冷間鍛造における分流鍛造との組み合わせ

冷間鍛造では成形荷重、金型面圧が問題になることが多い。また、歯車成形などにおいては求められる形状精度も高い。成形荷重を低減する方法の一つに分流鍛造が提案されている。材料を一方向に流動させず、複数方向に流動させることで、静水圧を下げたり、摩擦の影響を小さくしたりすることができ、成形荷重が低減される。

この分流鍛造では、成形中に材料が流動できる空間を保持することが必用となる。サーボプレスと分流鍛造の組み合わせは相性が良い。金型内の各部品を可動型にし、鍛造中にプレススライドを一時停止や微上昇させ、その間に金型内の工具を動かせば、分流のための空間を調整できる。

振動モーションによる自動再潤滑

厚板材に鍛造的な変形を加える板鍛造では、バルク材の鍛造に比べて金型に接する部分が多いため、摩擦によって加工荷重が大きい問題がある。低サイクルの振動的なモーションを利用し、成形中にスライドをわずかに上下させ荷重の一部を除荷すると、金型は弾性回復するため素材との形状差によって隙間が生じる。

その隙間に潤滑剤が浸入することで、素材が自動的に再潤滑される。素材は逐次潤滑され、荷重を大きく低減することができる。

振動モーションによる ボンデフリー鍛造

バルク材の冷間鍛造では、金型との焼き付きを生じやすく、リン酸塩皮膜＋せっけん処理（通称ボンデ処理）が素材との密着性が油に比べ高いためよく用いられている。しかしながら、ボンデ処理工程においては金属を含む廃泥、湯洗や乾燥のためのエネルギーなど環境負荷が問題となっている。

前述の振動モーションによる自動再潤滑を冷間鍛造に応用すれば、自動再潤滑によって潤滑状態を安定化するので、安価で処理の簡便な油性潤滑剤の適用が期待できる。図2に後方押し出しでスプライン歯形を成形した例を示す。従来のクランクモーションで生じた厳しい焼き付きが振動モーションでは生じていない。

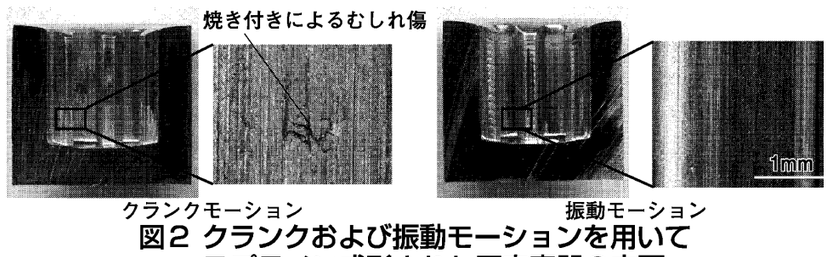


図2 クランクおよび振動モーションを用いてスプライン成形された厚肉容器の内面

振動モーションによる切り口面品質向上

厚板のせん断では、パンチと材料の滑りが大きく、凝着が生じやすい。工具と素材が凝着すると、凝着部近傍に引っ張り応力が生じ、早期に破断が生じて、切り口面の品質が低下する場合がある。振動モーションによる自動再潤滑によって工具との凝着を防止できれば、凝着が起因となって生じる早期の割れを抑制して、切り口面品質を向上させる事ができる。

図3に板厚10ミリメートルのフェライト系ステンレス合金に振動およびクランクモーションで穴抜きを行った結果を示す。クランクモーションでは、せん断面は板厚の半分くらいであり、残りは粗い破断面となっている。一方、振動モーションでは破断の発生が抑制されてほぼ全面がせん断面となっている。

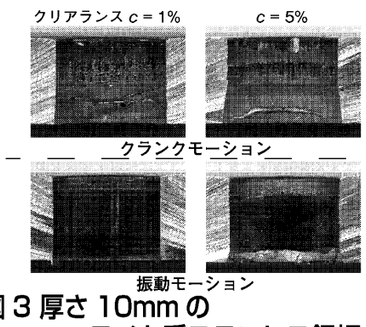


図3 厚さ10mmのフェライト系ステンレス鋼板を角部丸み付きパンチを用いてクランクおよび振動モーションで穴抜きした切り口面

液封パルス鍛造による中空ギア成形

一般に歯車は切削で加工されるが、低コスト化および冷間鍛造による歯車成形がいろいろと検討されている。歯すじのねじれているヘリカルギアの冷間鍛造は、金型強度の確保が難しく、開発トピックとなっている。

歯車形状の金型内に挿入した材料を圧縮して、半径方向に広げて側面に歯形を転写する方法がある。この方法で中空の歯車を成形する場合、圧縮の際に材料が中空部である内側ばかりに流動し、外側表面に十分に歯形が転写されない問題がある。

穴内側に材料が流れるのを防ぐために、油を封入して鍛造する方法が検討されている。油による内圧によって材料が内側に流れるのを防ぎ、歯形転写性能を上げることができる。この際、圧縮時のスライドモーションを振動的に行うと、図4に示すように、クランクモーションに比べて歯型充満を向上することができる。

スライドモーション応用においては、「応力緩和」「再潤滑」「衝撃緩和」「塑性発熱制御」「工具との同期制御」などをキーワードにスライドモーションを活用した新しい塑性加工方法がいろいろと提案され、実用化されてきている。スライドモーションは製品形状に残らなく、模倣されにくい技術である。また、スライドモーションの変更は追加コストがなく、手軽に利用、変更することができる。自由な発想で新しい応用方法が出てくることが期待される。

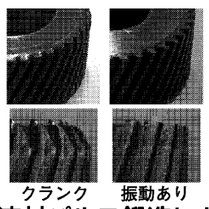
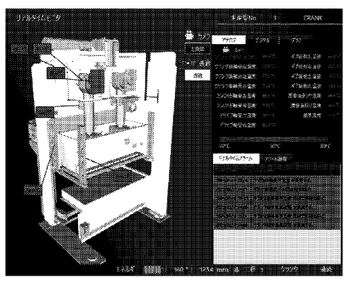


図4 液封パルス鍛造においてクランクモーションと振動モーションで成形されたヘリカルギア

TOUGH & SMART
3つの進化を実現したタフ＆スマートプレス
AIDA
Direct Servo Former
DSF-N2-4000A

基本性能の進化
FA装置対応の進化
知能化の進化



操作画面のデザインを刷新し、直感的に操作が可能になりました。

アイダ プレス情報館
AIDA Information Center
プレス機の役立つ情報が満載です。

金属プレス加工技術展 名古屋
JAPAN METAL STAMPING TECHNOLOGY EXHIBITION
7/6水－7/9土　10:00-17:00（最終日は16:00まで）
ブース番号 3-131 に出展いたします。
〈タッチパネル操作盤体験コーナー〉を設けております。
※ DSF-N2-4000A は、各種優遇税制対象機となる先端設備です。

アイダエンジニアリング株式会社　TEL 042-772-5231（代表）本社 〒252-5181 神奈川県相模原市緑区大山町 2-10　アイダエンジニアリング　検索

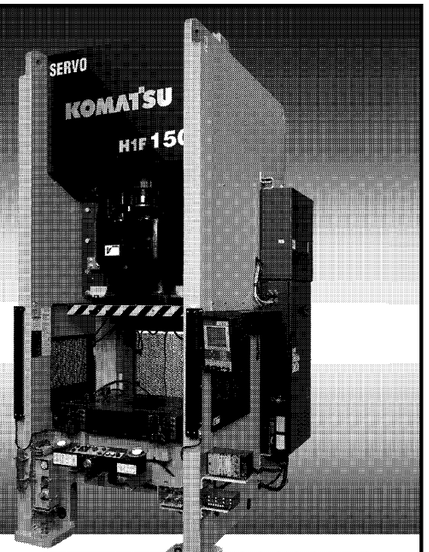
KOMATSU

KOMATSU AC SERVO PRESSES

H1F-2

H1F110-2 H1F150-2 H1F200-2

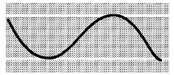
進化を続けるサーボプレス



1台で幅広い製品をハイスピードに生産

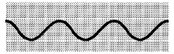
業界クラストップレベルのロングストロークと、振子モーションの組合せが高い汎用性と生産性を1台で両立します。成形品の高さに合わせた最適なストローク長さで高い生産性を実現します。

回転モーション



クラストップレベルのストローク長さでより幅広い汎用性！

振子モーション



最小限のストローク長さで加工スピードを短縮！

下死点位置や荷重の変化を測定、自動補正

下死点自動補正機能

初期設定に対し ±10μm で補正

リニアスケールによりスライド位置をショット毎に高精度で測定することで、高い下死点精度を長時間維持します。

荷重自動補正機能

初期設定に対し ±5 KN で補正

成形時の加圧力が一定となるように制御します。長時間運転しても安定・高精度な成形を実現しました。

Gemba（ゲンバ）を力強くサポート Komtraxが更に進化！

新たなIoTメニュー(オプション)を追加！

- 過負荷モニタ
- 荷重トレンド
- 自動タイムスタディ
- ドライブレコーダ

機械の稼働状況を統括的に把握

安心の3年間品質保証※

Komtraxでの稼働管理と万全のサービスネットワークにより、3年間の定期点検サービス、部品交換をコマツが提供します。

※日本国内でご使用の機械に限ります。

コマツ産機株式会社　営業本部　営業管理部

〒920-0225 石川県金沢市大野町新町1-1

TEL：076-293-4209　FAX：076-293-4354

https://sanki.komatsu/tanatsu/H1F-2.html

サーボ駆動式プレス機

有力各社の製品・技術

順不同

榎本機工

榎本機工のスクリュープレスは2015年からすべてサーボ駆動。各種ロギングデータを表示しIoTにも対応する。業界初の下死点位置制御も搭載。温間・熱間鍛造や熱可塑性炭素繊維プリプレグシートの高速成形用機種も展開する。

スライドが上昇し素材軸の端面を成形する「タテアプセッター」は世界に先駆け全自動システム化した。風力発電や電気自動車（EV）駆動用トラクションモーターシステム「E－Axle（イーアクスル）」などの鍛造加工向け、耐火れんが成型などを中心に用途が広がる。

コマツ産機

コマツ産機は「H1F－2」シリーズをサーボプレス業界標準機として位置付ける。振り子モーションとクラストップレベルのロングストロークによる成形性・生産性向上の両立および金型寿命向上を実現する。下死点、荷重の変化に合わせてダイハイトを補正する下死点自動補正機能で不良発生防止・金型調整時間短縮が可能。

またピーク電流抑制コンデンサーにより電源容量をメカプレス同等まで低減し、消費電力の低減でカーボンニュートラルに貢献する。さらにKomtrax新機能（過負荷モニター、荷重トレンドなど）により、サーボのメリットを最大限に生かすことができる。

アイダエンジニアリング

アイダエンジニアリングの加圧能力400㌧・2ポイントサーボプレス「DSF－N2－4000A」は多工程加工に最適なワイドなスライドエリアと高い剛性・動的精度を備え、さらに自動化装置との最適な連動設定で生産性をトータルで向上させることが可能。複雑形状のEV用小型部品や家電機器部品加工などで威力を発揮する。

また、デジタル技術を駆使した「わかりやすさ」、AIを活用した「プレス状態の自動診断」も大きな特徴。7月に開催される金属プレス加工技術展名古屋では、実際の操作性を体験できるコーナーを設けるほか、その最新機能についてプレゼンテーションを行う予定である。

大峰工業

大峰工業の「片持ち式スクレーパーコンベヤ」は安全・安心、長寿命を強みとし、長年築き上げてきた実績と〝トラブルレス〟への信頼によりユーザーから高い支持を得ている。そのほか、ピットを掘る必要がなく上下・左右に自由に屈曲でき、床上に設置できるように高さを低くした「フロア型コンベヤ」もそろえる。

同社はユーザーの多様なニーズに応えられるよう、全て受注生産。国内ではサービス体制の拡充に注力し、海外ではアジアや北米を中心に需要開拓に取り組んでいる。

エイチアンドエフ

エイチアンドエフは3次元トランスファープレスのフィードバー上に、サーボモーターによって加工パネルの姿勢を回転させるチルト機構と、フィードストロークを工程ごとに可変できるシフト機構を追加可能とした。これらの機構は軽量で既存のプレス機に容易に脱着でき、必要となる金型を使用する際にのみ取り付ける。

従来の金型構造の簡素化、金型設計の自由度の向上に寄与し、さらに、サーボプレスのフリーモーション機能との組み合わせにより、効率的に複雑形状のパネルを搬送できる。きめ細かい独自の提案で、顧客の生産性向上に貢献する。