

サーボプレスを活用による 成形性、生産性と 金型寿命の向上例

アイダエンジニアリング(株)
下間隆志*

近年、塑性加工製品の高精度化や高付加価値化が高いレベルで要求されるようになってきている。これらの要求はグローバルに求められ、開発拠点としての日本国内においても、対応できる金型工法の開発が急務となってきている。また、これらに応えるため、金型を搭載するプレス機械側に要

* (しもま たかし) : 開発本部 成形技術センター 技術課 課長

〒252-5191 相模原市緑区根小屋 1752
TEL : 042-784-3870 FAX : 042-784-5531

求される機能も多様化しており、近年普及が進展しているサーボプレスへのニーズも高まっている。将来も含めた金型工法の開発や加工内容の変化に柔軟に対応できるプレス機械として、その期待は大きい。サーボプレスのモーション設定を利用した成形性や生産性の向上、また、金型寿命延長のための金型材質、表面処理等の対応に加えてモーション設定による効果など、多くのことが期待されている。

本稿では、サーボプレスの多彩なモーション設定を活用したこれらの事例を紹介する。

サーボプレスとは

サーボプレスは機械プレス的一种であるが、フライホイールを介さずに、スライドをサーボモータで駆動するプレス機械である。駆動方式には各社でさまざまな構造、機構が採用されている。当社製汎用サーボプレス（商品名：ダイレクトサーボフォーマ）は、サーボモータと駆動軸を直結させた機構（ダイレクトドライブ機構）を最大の特徴としている。また当社製サーボプレスは、一般の回転数が高くトルクが小さい汎用サーボモータは採用せず、当社が独自に開発したプレス駆動に適した低速高トルクモータを搭載している。ダイレクトドライブ機構と低速高トルクサーボモータを組み合わせることにより、スライドに対する急加速、急減速、微低速、停止、正逆転、一定速などのモーション設定に対し、高精度に動作を実行することができる。すなわちプレス加工内容に合



写真1 ダイレクトサーボフォーマ
DSF-C 1-A シリーズ

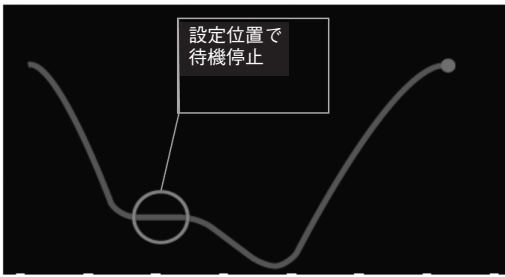


図1 アシスト機能による待機停止

わせて選択された、最適なプレスモーションを実行することが可能である。

振り子運転による生産性向上

従来のフライホイール式機械プレスでは、クランク軸は一方方向にのみ回転する。このため、スライドのストロークはクランク軸の偏心量の2倍であり、これを変更することはできなかった。これに対しサーボプレスは、サーボモータの回転方向を切り替えてクランク軸の反転を繰り返すことにより、スライドを下死点近傍だけで往復運動させることができる。これにより、スライドストロークを任意に設定することができる。このような運転方式を当社では振り子運転と呼んでいる。この振り子運転を行えば、サーボプレスは大物単発加工から小物順送加工までを、1台でフレキシブルに対応できる。

サーボプレスの振り子運転では、成形に必要なスライドストロークと、材料送り時間を確保するための最小限のスライドストロークとを加えてスライドストロークとして設定することにより、周辺自動機との同期運転を最適化する。このようにして材料送りも成形も行わない無駄な時間をなくし生産性を向上することができる。

当社新型ダイレクトサーボフォーマ“DSF-C 1-A シリーズ” (写真1) には、送り装置とプレス制御装置との通信機能を利用して、振り子運転時のストローク長さを最適に自動演算するシステムを搭載している。また、相互のタイミングが複雑な機器との連動運転においても、高性能ダイプロテクションを利用することにより、独自の“アシスト機能”によってプレス機械側を干渉域手前で

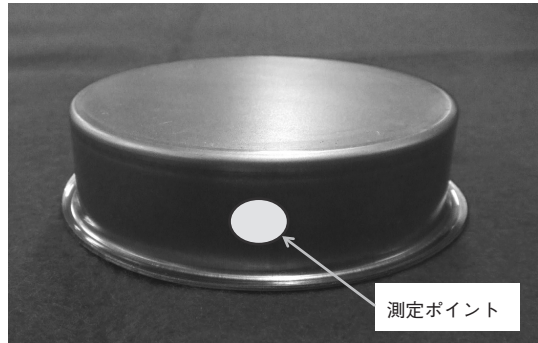


写真2 抜き絞り製品と測定ポイント

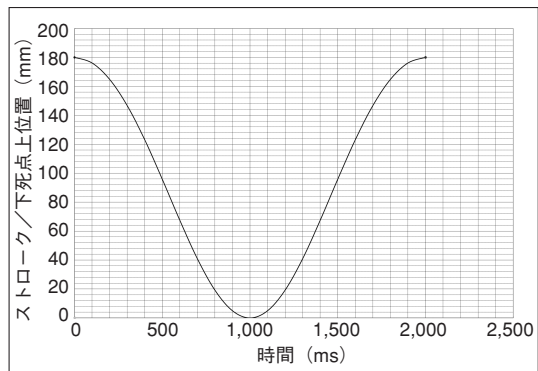


図2 クランクモーション

待機停止 (図1) することができる。この待機停止により高速運転時に追従できない機器があってもプレス機械を急停止させることなく、連続自動運転を継続することが可能になる。また、サーボコントローラ内の高速CPUでこれら一連の処理が行われるため、従来の外付けミス検出装置よりも応答時間が飛躍的に改善された。これらの機能を使用することにより、生産性が大幅に向上するとともに、送りミスによる金型破損を防止することが期待できる。

プレスモーションと製品温度の関係

写真2に示す板厚1mm、絞り内径φ88、深さ30mmのカップ抜き絞り加工において、プレスモーションと製品温度の関係を調査した実験例を紹介する。加工材の材種は、590MPa級、780MPa級の高張力鋼板およびSPCの3種類である。クランクモーション (図2) とフレックスモーション (図3) の2種類のプレスモーションで各材種

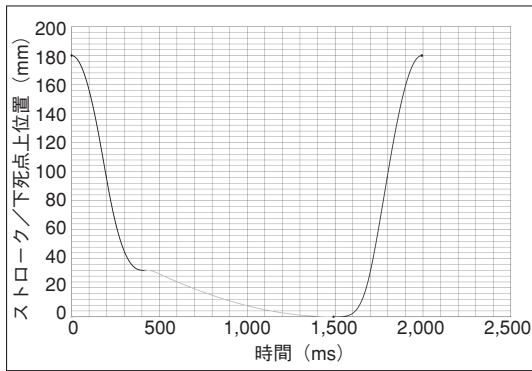


図3 フレックスモーション

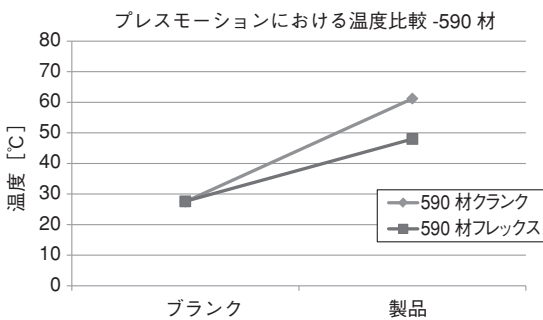


図5 590 MPa 級材の温度比較

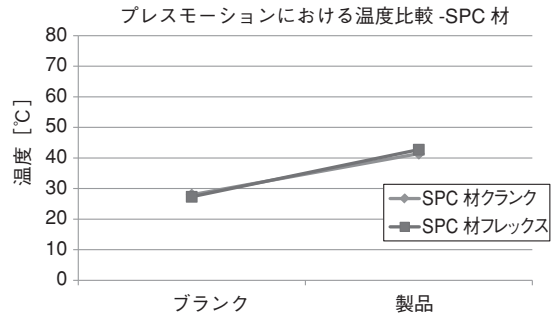


図4 SPC 材の温度比較

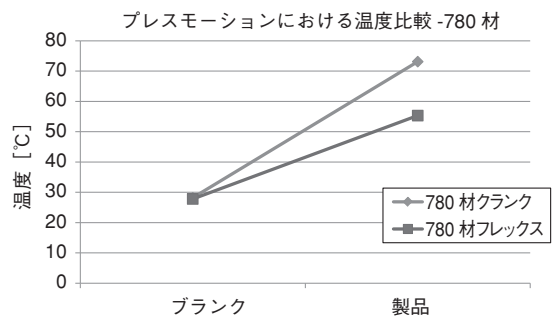


図6 780 MPa 級材の温度比較

を成形し、成形後に写真2に示す測定ポイントで製品温度を接触式温度計により測定した。

成形時の生産サイクルは、クランクモーション、フレックスモーション共に 30 min^{-1} (spm) とし、生産性においては同条件となるようにした。各モーションの成形開始時のプレスライド速度は、クランクモーションでは 218.1 mm/sec に対し、フレックスモーションでは 55.8 mm/sec である。プレス成形後の製品温度測定結果を図4、図5、図6に示す。

SPC材(図4)においては、クランクモーションとフレックスモーションで、製品温度に差はほとんどでなかった。590 MPa級材(図5)と780 MPa級材(図6)においてはクランクモーションとフレックスモーションとで大きな温度差が確認できた。加工材の引張り強度が強く、伸びにくい材料ほど、成形速度の違いによる温度差が大きくなった。特に780 MPa級材のクランクモーションにおいては、成形後の製品温度が 73°C にまで達しており、金型の焼付きなどを考えると厳しい

温度となった。一方、フレックスモーションで成形した場合の製品温度は 55°C までの上昇に止まった。高張力鋼板など引張り強度の強い鋼材ほど、成形時の発熱量に成形速度が大きく影響し、成形速度が速いほど発熱量が大きくなる傾向となった。よって高張力鋼板の成形では、フレックスモーションにて成形時の速度を遅くすることにより製品や金型の発熱が抑えられ、熱による金型への負荷が軽減し、これにより金型寿命の向上が見込まれる。

サーボプレスでは、加工する材種に合わせて適切な成形速度に設定ができる。また、成形速度を遅くしても、モーションを工夫することにより生産性を下げずに生産することが可能である。さらに上下金型が当たる直前にスライドを減速し、ソフトタッチさせることにより騒音や振動も軽減でき、金型や環境にやさしい成形が行えることもサーボプレスの大きな魅力である。



写真3 抜き絞り製品

プレス下死点二度叩きによる製品平面度向上例

写真3に示す、材質SPCC、板厚2mm、絞り内径 $\phi 87.6$ 、深さ18mmの抜き絞り製品において、プレス motions を工夫することにより、絞り天井部の平面度が向上した例を紹介する。本製品の成形プロセスは、 $\square 140$ のブランク材を使用し、プレス下死点上28mmの位置から $\phi 130$ のブランキング加工が開始され、下死点上18mmから下死点まで絞り成形が行われる。また、下死点上0.8mmの位置から製品センターに $\phi 38$ のコイニング成形が行われ、プレス下死点では、製品天井部を上型ロックアウトと下型パンチにより胴突きさせ、製品天井部の平面度の向上を図っている。

クランクモーションにて成形した場合、製品天井部の平面度は3次元測定器で測定すると0.06であった。図7に示す下死点二度叩きモーション、戻し量1mmにて成形を行い測定すると、平面度は0.03となりクランクモーション（一度叩き）より精度を向上させることができた。試しに下死点三度叩きを実施してみたが平面度は0.03のまま、これ以上の向上は見られなかった。この製品において、三度叩きで平面度が向上しなかった原因としては、加工材の加工硬化やスプリングバックなどの影響が考えられるが、製品形状や材質が違う製品においては、三度叩きでさらに平面度が向上する可能性もある。

フライホイール式機械プレスで同じことを行う

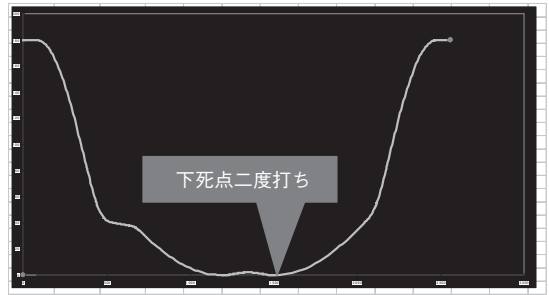


図7 下死点二度叩きモーション

場合は、プレススライドを上死点まで戻し、再度、同じ成形をする必要があるため、製品と金型の位置決め方法や生産性が問題となる。しかしサーボプレスの場合は、スライドを上死点まで戻す必要がなく、戻し量を自由に設定できるため、二度叩き、三度叩きを容易に、しかも短時間に行うことが可能である。このようにサーボプレスには、フライホイール式機械プレスにはない、製品の高精度化に貢献する機能を備えている。

本成形例のモーションにおいては、下死点二度叩きのほか、ブランク抜きの際に金型をソフトタッチさせ、騒音、振動を軽減する配慮も行っている。

サーボプレスの今後

サーボプレスのさらなる普及のためには、サーボプレスが可能とする成形技術のデータベース化や、プレスモーションが成形性に与える効果についての理論化などサーボプレスを利用する上でのソフト面の技術追求が求められる。また、ハード面ではさらなる省エネ化を実現する高効率駆動システム、プレス機械と周辺装置との同調制御において、運転条件の最適設定を自動で行うシステムなどサーボプレスを中心とした高効率でインテリジェントなシステムの開発が求められている。高付加価値を生む高精度、高機能なモノづくりのために、今後サーボプレスの役割はますます重要なものとなる。そのためにソフト面、ハード面のさらなる革新を目指すことを約束し本稿を終える。