

オリイメック株式会社

多層加工機

後藤 裕和*
Hirokazu Goto



『少量少品種生産に特化した生産システム』をキーワードとして開発されたのが多層加工機である。通常のプレスラインは大量生産には向いているが、少量生産となると段取り時間の比率が大きくなり、せっかくのラインの能力を活かしきれない。また、ほとんどのプレス部品メーカーではプレス加工後、溶接や組み立てを行い製品として出荷しているが、これらの工程はプレス加工と比べると非常に遅い。そこで、後工程の速度に合わせた装置仕様で、後工程も含めたラインシステムに組み込めるようなコンパクトな加工機として多層加工機が開発された。プレスタンデムラインは、複数のプレスを横に並べ、その間にワーク搬送装置、また最初と最後には、材料供給機とワーク取出し装置があるのが一般的でありライン全長は長い。本加工機は、プレス4台分の工程を1台で行うことが出来、材料供給装置、ワーク搬送装置、取出し装置も一体となっているが、プレス4台のタンデムラインと比べ、全長は約1/4となっている。

本稿では多層加工機とその高速化、自動金型交換ユニットのオプションについて紹介する。

1. 緒言

金属プレス加工は均質で、軽量・高強度の部品を、大量生産出来るなどの特長から、自動車や、産業機器、家電、建材、日用雑貨など、あらゆる分野の金属部品で使用されている。プレス部品は1回の加工だけでは終わらず、いくつかの金型で加工をして製品となるのが一般的である。材料の供給から金型間の搬送、加工された製品の取出しなど

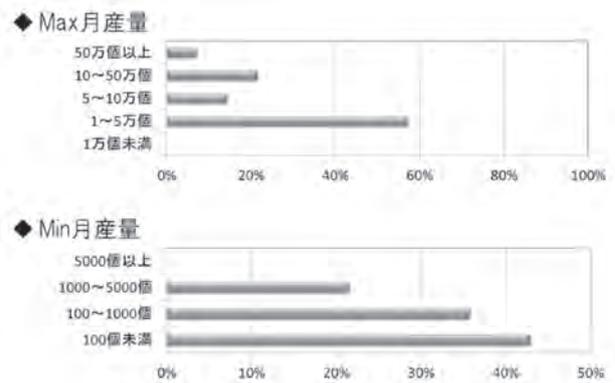
を自動化すれば生産性はさらに向上し、人手を介さないため安全性も高くなる。金型間搬送の自動化方式（プレス加工法）を第1表¹⁾に示す。

大量生産ばかりのイメージがあるプレス加工であるが、それぞれの分野、部品で、生産期間や生産数は異なる。

数年前に様々な分野のプレス関係者に行った生産数のアンケートの結果を第1図¹⁾に示す。

第1表 プレス加工法の比較

	①プログレッシブ (搬送)加工	②トランスファ加工	③タンデム加工
生産性	◎(大量生産)	○(中・大量生産)	△(中・少量生産)
材料歩留まり率	×	◎	◎
スペース	○	○	×
汎用性	△	×	◎
金型費用	×	×	◎
設備費用	△	×	○



第1図 ひと月当たりの生産量

原稿受理日：July 21, 2017

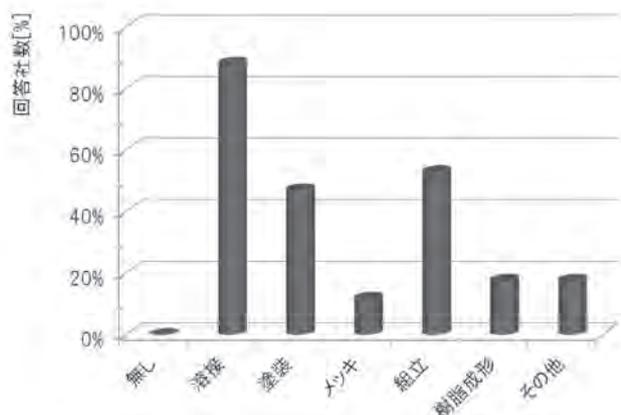
*オリイメック株式会社 技術本部 技術部 開発課

“Max 月産量”とは、ひと月当たりにおける最も多く生産される製品の生産量を示し、“Min 月産量”とはひと月当たりにおける最も少なく生産される製品の生産量を示す。パーセンテージは回答社数比率である。

“Min 月産量”で一番回答数が多かったのが、100 個未満で、次に多かったのが 100～1,000 個である。このようにプレス部品でも少量生産の場合も多い。

仮に 1 ロット 500 個の部品を 25SPM の生産数のプレスタudemラインで加工すると、20 分で加工が完了する。金型の段取りに 10 分かかるとすれば、段取り時間と生産時間の比率は 1:2 となり無駄が多い。この無駄をなくするためにはストックを大量生産し、移動や保管する作業という別の無駄が発生する。

また、同時に行ったプレス加工以外の作業有無についてのアンケート結果を第 2 図²⁾に示す。



第 2 図 プレス以外の作業工程

最も多かった作業は溶接で、回答者の 80%以上が有りと回答し、次に多かった作業は組み立て作業で回答者の 50%が有りと回答している。このように、プレス加工だけでは終わらず、いくつかの作業を組み合わせ、何らかの付加価値が必要とされる場合がほとんどである。そして、プレス加工以外の工程はプレス加工に比べると非常に遅いのが普通である。そのため、プレス加工後の中間在庫が必要となり、全体としてバランスが良くない。

一般的には、出来るだけ時間単価を下げようとライン速度を上げ、プレス加工を行うことが効率的と考えがちであるが、上記のような問題を考えた場合、ハイスピード・ハイスペックの高価なプレスラインを使うことが、効率的と言い切れるだろうか。逆に、プレスラインを下流工程の生産速度に合わせた 1 分間に数個生産出来る程度のロースペック装置に置き換え、後工程を含めたセル生産に組み込ん

で、中間在庫をなくしてはどうだろうか。そのような考えのもと、横方向のラインを縦方向のラインに変え、アクチュエータも 1 つにしてコンパクト化させたのが、多層加工機である。(写真 1)

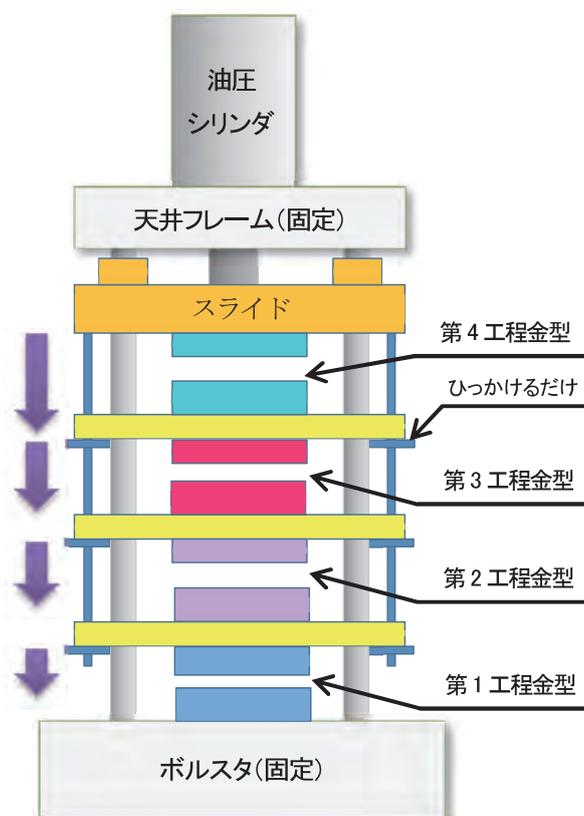


写真 1 多層加工機外観

2. 多層加工機

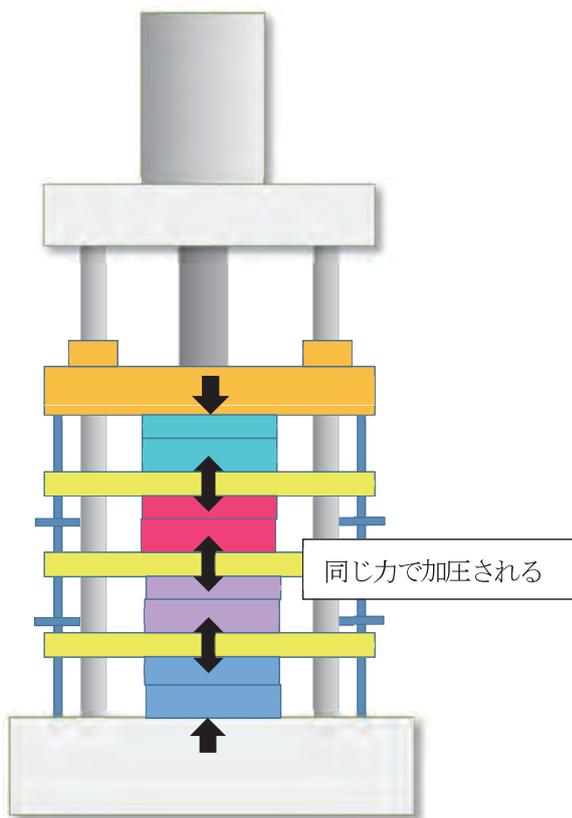
2. 1. 加工部構造

多層加工機の加工部の構造概略を第 3 図²⁾に示す。



第 3 図 加工機部の構造概略

ボルスタと天井フレームは4本のガイドロッド兼タイロッドで固定されている。天井フレームには油圧シリンダが固定され、油圧シリンダのロッドは最上段のスライドと連結されている。中間のスライドは最上段のスライドに取り付けられた引き上げ棒により吊り下げられている。シリンダが伸びると各スライドは下降し、スライド間の上下金型がかみ合ったところで下降端となる。そのため、すべての金型はボルスタと最上段のスライドとの間ではさまれることになり、作用反作用の物理法則により、すべての金型は同じ力で加圧されることになる。(第4図) 1つのシリンダですべての金型の加圧が出来ることと、縦に金型を配置したことで横方向の省スペース化が出来ることがこの構造の特長である。



第4図 加圧状態の概略

このような考え方は古くからあるが、弊社独自の特長としては、各スライドが対角2本のガイドロッドでガイドされていることがあげられる。(写真2, 第5図) このような構造にすることによって、ガイドブッシュの上下スパンを長くすることが出来、その結果としてブッシュとガイドロッド間の隙間によるガタツキの影響は小さくなる。

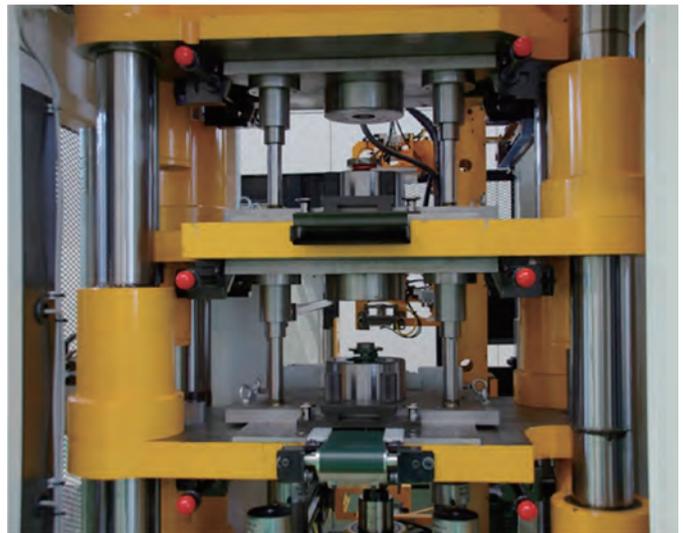
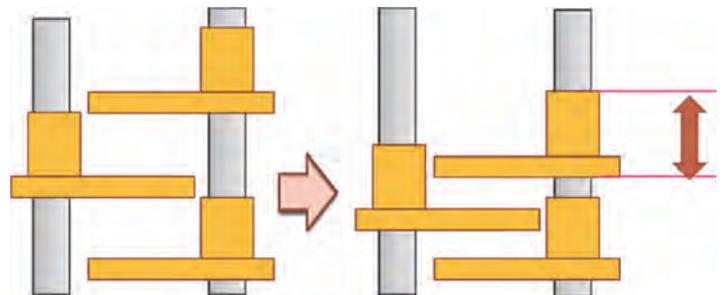


写真2 ガイドブッシュ部

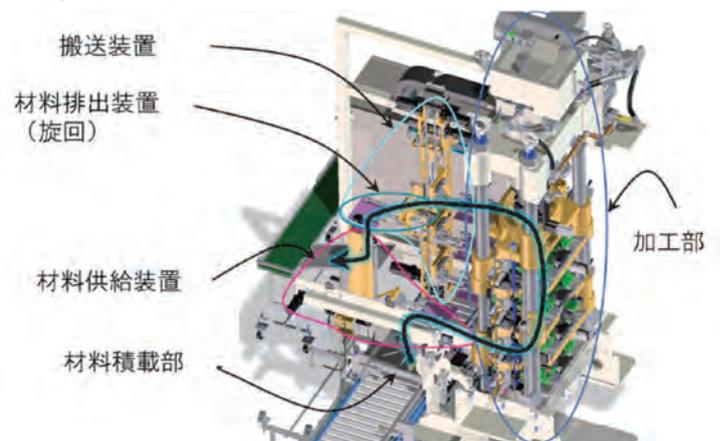


第5図 ガイドブッシュ説明

また、油圧シリンダによる加圧もこの装置の特長の一つである。スライダクランクやトグルジョイントのようなメカニカルな倍力機構がないためストロークのどの場所でも最大加圧力を出すことが可能であり、かつ油圧シリンダの最大推力以上の力を出せないため、オーバーロードの心配がない。

2. 2. 搬送部構造

搬送部の概略を第6図に示す。図中の矢印がワークの流れを表している。

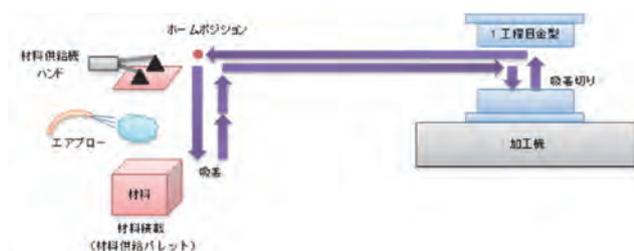


第6図 搬送部概略

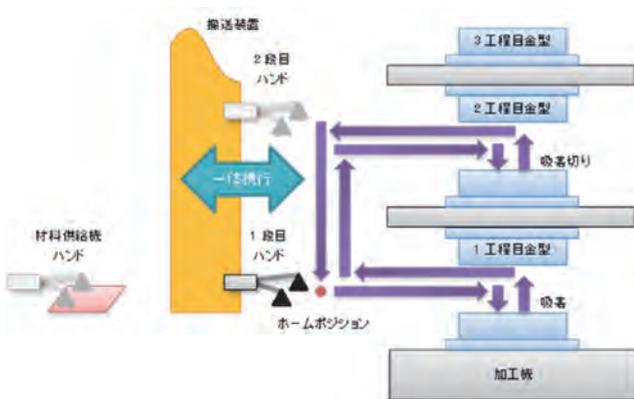
ワークの流れの上流側から材料積載部、材料供給装置、加工部、搬送装置、材料排出部となっている。搬送装置と材料排出装置の加工機への出入り方向の動きは1つのモータで一体となって動くが、上下方向はそれぞれ別のモータで動かされるようになっている。そのためワーク送り線の高さを揃える必要がないため金型製作時の制限は少ない。材料供給装置は上下方向も出入り方向も独立したモータで駆動される。

第7図～第9図にそれぞれの動きを表した図を示す。

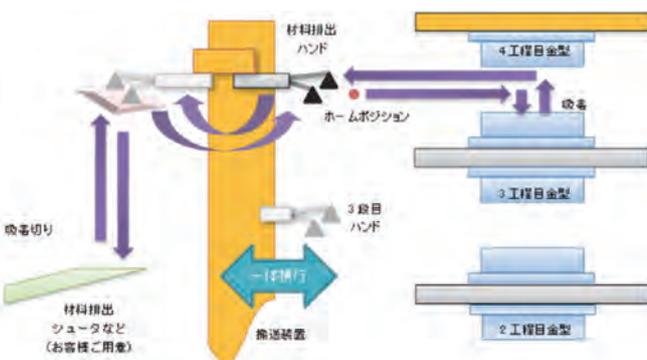
ワークを吸着するハンド部には弊社主力の搬送ロボット RHN, RHQ シリーズと同じワンタッチハンド着脱装置を標準装備している。タンデムラインとの部品の共通化が可能となっている。



第7図 材料供給装置



第8図 搬送装置



第9図 材料排出装置

3. 高速化

多層加工機1号機の発表後、お客様より、いろいろな意見を頂いた。その中で多かった意見が、コストダウン、加圧能力アップ、金型サイズのアップ、そして生産速度のアップであった。1号機の実生産速度4SPMはこの種の装置では早いほうであるが、それでも1個の製品が排出されるのに、15秒必要となる。後工程の種類にもよるが、セル生産であっても、もう少し早いほうが良いというユーザは少なくないと考えられる。

第2表 仕様表

基本仕様	型式	DAPO80
	最大平板サイズ [mm]x[mm]	W300×L250
	素材板厚 [mm]	0.1～2.3
	材質	鉄系
	最大加圧能力 [kN]	600
	工程数	4工程
	最大加工スピード [SPM]	8
	最大材料質量 [kg]	2 (ワーク+ハンドセット 質量 4[kg]まで)
金型関連仕様	ストローク [mm]	各段 120±20
	ダイハイト相当 [mm]	各段180基準
	上下金型ベース平面寸法 [mm]x[mm]	W 500×L450 または W 500×L 300
	上下金型ベース板厚寸法 [mm]	25 _{0.4, 0.1}
	各金型最大質量	200 [kg]

そこで、今回2号機目を製作するに当たり、4SPMから倍の8SPMへの生産数アップをテーマとして開発を進めた。また、2号機の仕様は第2表のとおりとした。

高速化のための1号機からの変更点は以下の通りである。

- ・無負荷時のシリンダロッド側からタンクへの流量を上げるためプレフィルバルブのサイズを2サイズ大きくした。
- ・高速下降時にシリンダロッド側からタンクへ抜ける油の流路を追加した。配管抵抗の出来るだけ少ない機器を選定した。
- ・ポンプを2圧2流量可変ピストン容量ポンプから、定容量ピストンポンプへと変更し、ポンプの応答性と効率を上げた。
- ・モータは3相誘導モータからIPMモータへと変更し、応答性と効率を上げた。
- ・落下時の衝撃を吸収するため、ショックアブソーバを採用した。
- ・上昇時の引き上げ棒とスライドとの衝撃吸収のために引き上げ棒にNBRのバッファを追加した。
- ・搬送器は剛性を上げ、モータ容量を上げた。
- ・材料排出部の旋回アクチュエータをエアシリンダからDDモータへと変更し、加減速時の安定性を上げた。
- ・材料供給機と搬送装置の動きを別制御として、無駄な待ち時間を減らした。

以上の変更により、4SPMから8SPMへの生産数アップを想定内のコストで達成した。搬送機に加減速時間や最高速度など、まだ調整の余地はあるため、9SPMを目標とし調整を進めたい。

4. 自動金型交換ユニット

今回の開発のもう一つのテーマが、自動金型交換ユニットの開発である。4段一括金型交換が可能でそのまま保存ラックとして使用できる金型交換ラック（写真3）が標準仕様である。しかし、慣れた人間が操作をしても交換時間は10分を超える場合が多い。生産性を高めるため、段取り時間の短縮はつねに重要な目標であるため、自動で素早く金型交換が出来るオプションは多くのユーザのニーズが期待できる。自動金型交換ユニットは金型を運ぶ金型台車部と、金型を自動で固定する金型クランプ部からなる。写真4に金型交換台車の外観を示す。本体部と金型交換台車部を合わせて全長は7m以下となっている。第10図に金型交換台車の構造説明図を示す。金型交換台車は走行部、旋回部、昇降部からなり、昇降部には金型を搭載するアームが取り付けられている。

部、昇降部からなり、昇降部には金型を搭載するアームが取り付けられている。



写真3 金型交換ラック

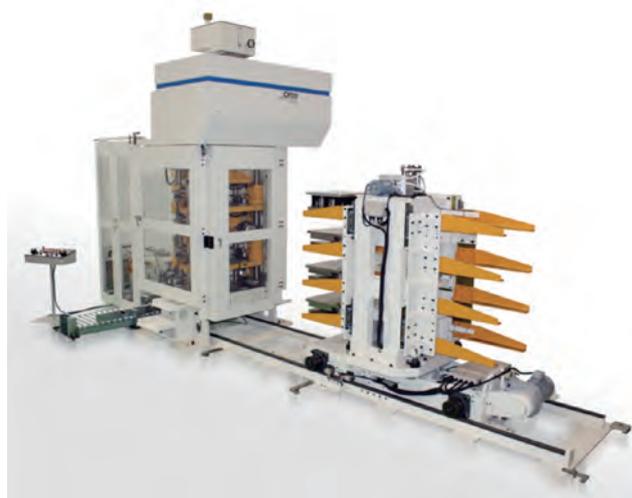
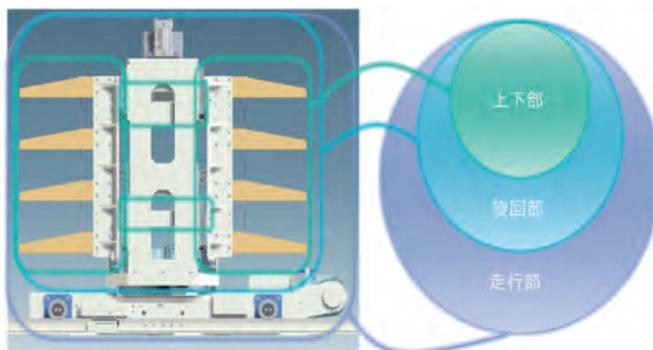
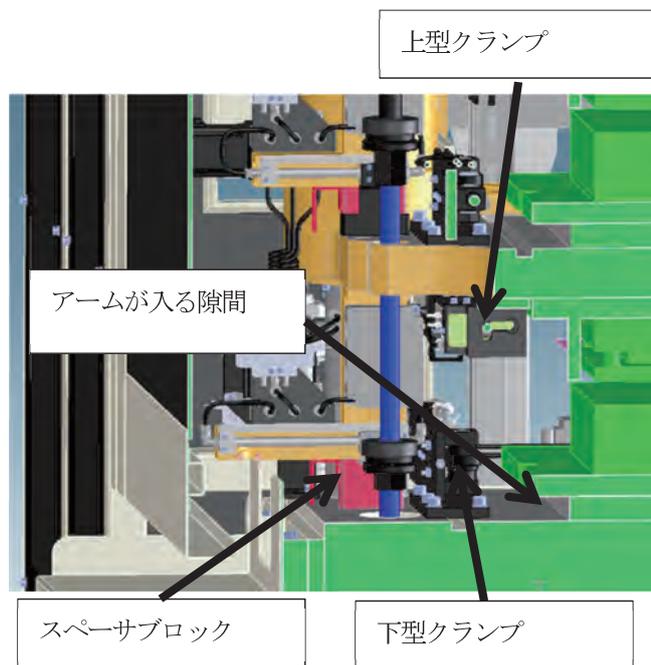


写真4 金型交換台車外観



第10図 交換台車構造

第11図に金型クランプ部の断面図を示す。金型クランプ部は上型クランプ、下型クランプ、スペーサブロック部からなり、すべてエアシリンダによって自動で動かされる。



第11図 金型クランプ部

第3表に自動金型交換ユニットの台車の仕様を示す。金型交換台車は取り外す側とこれから取り付ける側の2セットの金型を載せることができる。

第3表 台車仕様

上ダイベースサイズ	幅500[mm]×奥行450[mm]×板厚30[mm]
下ダイベースサイズ	幅500[mm]×奥行450[mm]×板厚30[mm]
金型サイズ	ダイベース寸法内で位置決め部分を除くスペース
ダイハイト	標準180[mm] (最大150[mm]～最大200[mm])
オープンハイト	300±20[mm] (300[mm]×4段-合計1200[mm]の中で可変)
自動車入換オープンハイト	270[mm] (スライド厚み60[mm])
金型質量 (ダイベース込)	最大200[kg]
加工機命令回数	4[回]
台車移動回数	4[回]×2[セット]
台車積載金型質量	最大160[kg]
台車走行駆動	減速機付モータ、チェーン伝動、レール上を走行、停止位置3か所
台車戻り駆動	減速機付モータ、基脚ベアリング、180度回転、停止位置2か所
台車上昇下降駆動	加圧シリンダ、定圧ユニット台車搭載、停止位置2か所
その他台車搭載アクチュエータ	走行固定ピン用エアシリンダ、基脚固定ピン用エアシリンダ 金型戻り防止フック用エアシリンダ×2

動作を簡単に説明する。台車の反加工機側のアームにはすでに次の金型がセットされている状態とする。まず加工機本体部のスライドが下降し、上型が下型に載った状態となる。次に上型クランプを解除し、スライドは上昇する。上昇後、金型とスライドに隙間を設けるためのブロックを挿入し、再び下降、ブロックがスライド間にはさまれた状態で下型クランプを解除する。これで加工機側の準備は完了となる。(第11図) 次に金型交換台車が加工機側に走

行し、走行端で金型を載せるアームの部分が下型とスライドとの間に挿入される。台車の昇降部が上昇し、金型がアームに載る。この状態で定位置まで後退し、旋回部が旋回し、次の金型が加工機側に移動する。旋回後、再び加工機側へ走行し、走行端で昇降部が下降する。これで金型がスライドに載った状態となる。台車が後退し、加工機側で下型のクランプ、ブロックの退避、上型クランプが最初の逆順で行われ、金型交換が完了となる。

金型交換時間は150秒以下で行われる。作業者は空き時間に外段取りで次の金型をセットしておけば、段取り時間は大幅に短縮できる。

動作にまだ待ち時間が多いため、各部の動作をラップさせることが出来ればもう少し時間の短縮が可能であろうと考えられる。今後120秒以下の交換時間を目指したい。

5. 結言

弊社にとって新しい分野の製品となる多層加工機について紹介した。今分かっている課題としては加工能力アップ、コストダウン、前後工程との連結の仕方、仕様の柔軟化、スクラップ処理の方法などがあげられる。特にコストダウンについては、ハイスペック機からロースペック機にした分のコストダウン効果が目に見えなければ、導入メリットがないと判断されてしまうため重要項目である。今後改良を進めていきたい。

尚、本製品については現在特許出願中である。

謝辞

本装置の開発、また、本文の執筆にご協力いただいた関係各位にこの場をお借りして深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 石鳥正高: プレス周辺装置の製品開発の方向性を考える, プレス技術第51巻第1号 日刊工業新聞社 2013年 pp. 48-51
- 2) 鈴木光: 生産数に応じた高効率な搬送装置ラインの自動化, プレス技術第53巻第12号 日刊工業新聞社 2015年 pp. 64-68