

解説

プレス成形システム導入の現場から見た、 トランスファ/タンデムプレスラインの 活用のポイントとメリット

高千穂システムエンジニアリング(株) 山崎喜隆*

当社は1973年に設立し、プレス成形システム導入を専門とする、今でいえばセレクトショップのような業態でスタートした。現在は機械メーカー出身者を中心に約20名の小回りの利く、少数精鋭部隊となっている。

近年ではプレス機械システムのリビルト機（機械を全解体して不具合部を修正し、精度再現を含めた再組立てを行った再生機）需要が高まっており、現在まで180台以上の納入実績がある。これは「変化の時代」とも言われている現在の製造業界において、持続可能な社会の実現、地球環境保全の観点からも「3R」（スリーアール）と呼ばれている Reduce（リデュース）、Reuse（リユース）、Recycle（リサイクル）のうち Reuse（リユース）というキーワードで変化する業界需要に我々も変化しながら対応・邁進しているところだ。

設備・導入システムを検討するために

当然のことながら旧来よりプレス加工製品は求められるプレス加工仕上がり形状に到達するまでに1パンチ（ショット）で終了するということは少なく、多工程を踏むことで要求の形状（寸法）にすることができる。元々、プレス機械自体に製品形状を決める要素はほとんどなく、あくまでも「対をなす工具」とも呼ばれる金型の形状をいかに材料に正確に転写させるかどうか、転写されよ

うとした材料が塑性変形域に到達し金型の形状をいかに素直に受け入れるかどうか、そしてその安定性で工程数やプレス機械の仕様・組合せ・システムが決まってきた。

もちろん生産数と製品コスト・保全コストが影響しての話である。この組合せこそがプレス加工の醍醐味でもあり、設備・システム導入におけるさまざまな能書きの始まりでもある。

タンデム/トランスファラインの現状

前述を踏まえ、家族経営のプレス屋さんが小型の複数台プレスを並べ、ハンドインダイによる単型・手加工で生産しているものも、タンデムプレスライン（以下、TDMライン）であるし、カーメーカーのように20000kN以上のサーボプレスを頭に大型プレス複数台を前後に並べて自動搬送しているものもTDMであるので意味合い範囲が広く、その答えが多い。

一方、トランスファプレスライン（以下、TRFライン）は能力・工程数に違いはあるがプレス機械1台の中に金型とプレスと同期して駆動する搬送装置が集約されているので意味合い範囲は狭く、答えは少ない、はずであったが、近年ではサーボシステムの発展からフィードバー2本と対のフィングによる、いわゆる両持ちのTRF搬送以外に1本のフィードバーにバキューム・マグネット・メカチャックなどのピックアップ機構を工程分備えたクランパ（アームとも言う）で搬送する片持ちTRF（AH、オートハンドロボットともいう）

*（やまざき よしたか）：代表取締役
〒230-0074 神奈川県横浜市鶴見区北寺尾2-2-24
TEL: 045-574-0140 FAX: 045-574-4546

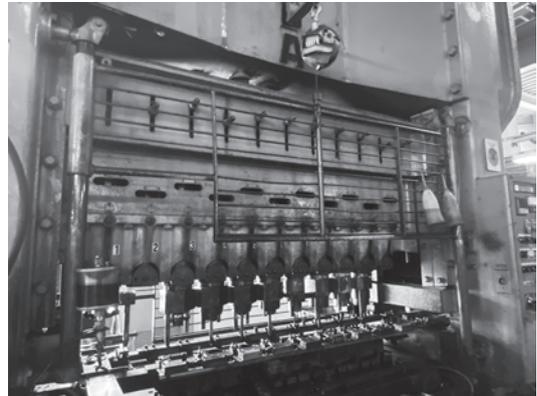
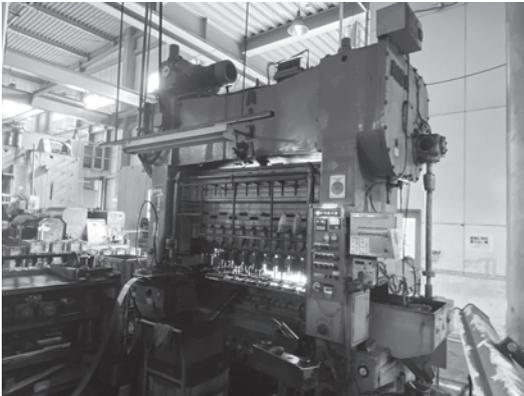


写真4 小径・小物のトランスファライン

タンデムからトランスファへの置換え

TDMラインからTRFラインへ移行するかどうかは前述の「時代は繰り返すのか」で述べた通り、一定の条件（生産数・加工単価・設置スペース・段取り性など）を満たすことができる製品群、または新規立上げ品で付加価値が出れば有効な方法である。同じように順送からTRFラインへ置き換える場合もあるだろう。

TRFラインはプレス機械と搬送装置・金型・段取装置のシステム相関関係と設置場所のユーティリティ（電源・エア源共）をいかに纏められるかが重要である。この纏めるキーマンは社内にいる場合もあるし社外にいる場合もある。このことは後の「同意形成の重要性」で述べる。

搬送とプレス可動が交互に動作する断続運転とプレスマスタによるプレスと搬送装置が同期して動作する連続運転では、後者の方がレベルも費用も生産spmも相当高い。元々、搬送装置で自動化された断続運転TDMラインを連続生産TRFラインに置き換える場合は多品種少量生産を考え金型などの段取り装置をうまく組み合わせないと生産spm付加価値を生かしきれない。

また、TRF搬送のフィンガとワークのミスグリッパ・吸着・チャック調整は、こなれた文化と技能が社内にないとただでさえ段取時間がかかる調整に明け暮れ、かえって効率が悪く金型破損の恐れもあるので作業の標準化が重要である。

トランスファラインの更新

同機種・同仕様でTRFラインを更新する場合は、長く使い込まれたラインの生産技術や条件を新ラインへどのように反映し、さらに付加価値を得る必要があり、それこそかなりの古き良き知識・経験、新しい技術の知識・経験を融合させることが出来なければトップダウン以外の成立はしにくい場合が多い。

特に小径・小物の小型TRFラインはすでに生産性・製品単価がこれ以上ない究極に近い状態まで到達しているものも多い。仮に更新できて生産性が成立しても、今までと違った段取り性・アフターメンテナンス性も熟知していく必要があるので綿密な計画が必用である。需要が少ないことから同機種・同仕様のTRFプレスが現在製造されていないという製品群も見受けられる。

その場合はリビルト・レトロフィットの検討や個別に製造してくれるメーカーの選定が必要になってくるが、一筋縄ではいかないことの方が多い（写真4）。

トランスファからタンデム化の流れ

このトランスファからタンデムの流れにはいくつかの事例が存在するので、それぞれ述べることにする。

事例①

昨今、一部大手自動車メーカーが公称能力を増

してきた大型 TRF ラインを複数台に分割し TDM ライン化する動きがみられた。いわゆるフィードバー 2 本の両持ち TRF プレスラインを対象としてである。生産拠点立上げ上の際のフレキシブル性と高張力鋼板をはじめとした素材の成形性が背景にある。

プレスマスタでの連続生産、標準化された金型・ダイセットの段取り性を得意とする TRF ラインの生産 spm を TDM ラインに求めようとすると断続運転というわけにはいかず、プレス機と搬送装置の完全同調性が求められた。

そのためプレス機も位置制御可能な大型サーボ駆動化し、サーボ駆動搬送・付属装置とともに開発競争が盛んに行われた。大型 TRF ラインの場合、製造するプレスメーカーにしても導入するユーザーにしても建屋、ピット、ユーティリティが大型になり、日本国内をはじめ各国への運搬規制・海上輸送上の問題があることから双方の利害関係が一致したという背景もあるだろう (写真 5)。

事例②

事例①と同じ背景ではあるが、プレスラインの生産 spm をいくら速めても加工製品群によっては後工程である切削・溶接・塗装・アッセンブリラインなどの spm に合わせればよいではないかという考えから TRF プレスラインの究極である spm は追わず、同調性はある程度意識しながらも完全同調まではせず、電子カムによるラップ動作などでプレス動作と搬送を成り立たせているものがある。搬送装置は 2 軸以上の駆動または多軸ロボットで行われている。

事例③

多品種少量だからフレキシブル性があつたほうが良いのではないかと、同じ形状のものを大量に作るには TRF が適しているのは解っているが製品形状や金型仕様がまちまちで、そのたびに段取時



写真 5 大型サーボプレスによるタンデムライン

間がかかるのはどうもという考えもあつて最初から TRF を選定しない場合がある。

プレス間搬送に特化した 2 軸サーボ駆動の搬送装置を組み合わせた TDM ラインである。このタンデムラインはロボットラインとも呼ばれ 1990 年前後には台頭していた。主に海外との競争が激化していた電気製品群のシャーシ関係や諸産業で導入が進んだ。

事例④

事例③の実績をもとに自動車関係の小物製品群でも導入が進んだ。主な理由は、順送加工に比べて材料歩留まりが良い、工程間で反転・回転したい場合に中間ステージで対応できる、工程によって必要なプレス機械を選定し組合せができるなどである。

製品精度・寸法に板鍛造要素が取り込まれ始めると金型と材料間の面圧が高まり、工程能力が上がることから偏心荷重対策としてさらに取り入れられるケースが増えていった。近年では材料の高張力化による能力分散・機種選定変更可という一面もある (写真 6)。

事例⑤

事例③の延長線上でもあり最初から TRF ラインを選定しない要素があつた電気製品群は、製品寿命サイクルが早く、メカニカル機構が主流だったシャーシ関係などに代わり、カーナビゲーショ



写真6 2軸サーボ駆動ロボットライン

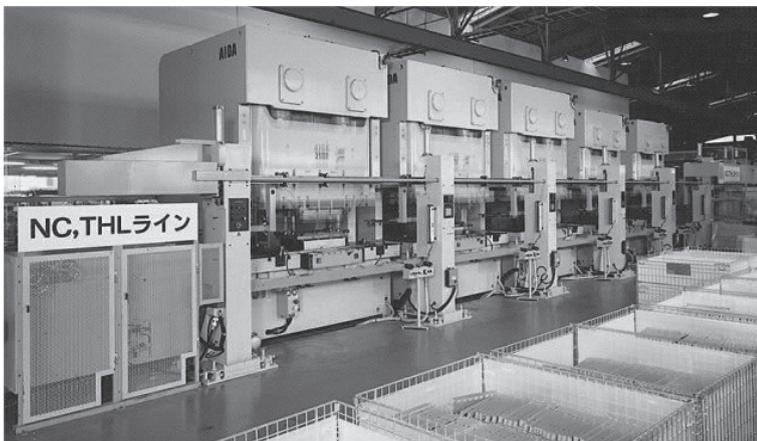


写真7 プレス間をサーボ駆動でダイレクト搬送する TDM ライン

ンシャーシや液晶・プラズマ TV シャーシ、バックパネルへと変貌していった。

特にバックパネルは TV の大型化もあって 1 本のフィードバーがプレス間をサーボ駆動でダイレクト搬送する TDM ラインや、複数台プレスが多軸ロボット搬送する TDM ラインがトレンドとなった (写真 7)。

事例⑥

導入後 20 年以上経った 2 軸サーボ駆動のロボット TDM ラインまたはそれ以上に老朽化した TRF ラインで生産している製品を単型仕様で既設単体プレス機を複数台並べ、多軸ロボットでプレス間搬送する事例も増えてきている。この場合、単型・手加工だった工程も取り込める可能性もあるし、量産が終り補修パーツに切り替わってしま

い極端に生産数が少なくなってしまったことから、単型・手加工したほうが早い製品群にも対応できる (写真 8)。

事例総論

事例①は搬送まで機械メーカーが纏めないと成立しないが、パターン②以降はプレスメーカーと搬送メーカーが分かれる場合もあるしセットアップメーカーがまとめる場合もある。①、②ともある程度一巡した感はあるが、次の生産モデルと生産形態を見据え、どのような流れになっていくのか注目されている。

新しいキーワードではホットプレスやレーザブランピングなども聞かれる。現在地でとらえると TRF から TDM 化の流れは事例①・②のトレンドと思想哲学が④・⑥の事例に少なからず影響を及ぼしたと考え

る。逆に③・⑤の元々、電気製品群・諸産業が主流であった既存の搬送方法技術が自動車関連製品群へ派生し大型化・フレキシブル化して行ったとも言える。全くの「0」から何かが起こったということではなく既存の技術から知恵比べのように組合せが変わり変化・進化していったのである。その時の答えであってもその後の答えではないが、その時の答えを知っているかどうかはこれからの知恵比べには重要である。

同意形成の重要性

当たり前の話だが、TRF ラインにしても TDM ラインにしても導入に当たってはそれなりに取り纏めるキーマンが必要であり、このキーマンが関係者の同意形成を成熟させていく必要がある。通

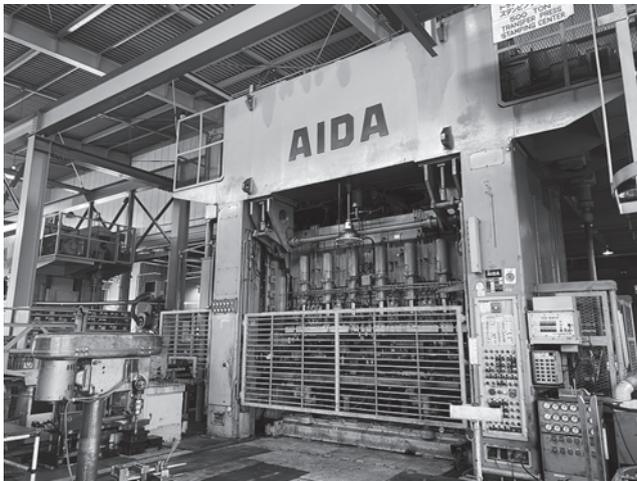


写真9 更新時期を過ぎてしまった TRF ライン

いて、ラインを限られた日程・条件で組換えを行うことは神業に近い。トラブルしてしまえば量産に対してラインストップのリスクが伴ってしまう。

また、特に自動車部品はリコール問題の影響が大きくなる経緯の中で生産している機械の該当機変更は大きな変化点であり、なかなか客先の品質保証部門の許可を得るのは時間もかかり難いのが現実だ。TDM ラインを導入するにあたっての魔法は鎮痛剤みたいな処方箋とさせていただいたほうが導入される側の気も後々は楽になるのではないだろうか。

プレス機械・装置メーカーは機械の精度・機能保証はしても製品の量産保証と寸法保証はしていない。プレス加工ユーザーは寸法保証をした上で暗黙の量産保証的要素がどこまであるのか製品群によって分かれるところだろう。

置(老)いてきぼりのプレスライン

古き良き時代とはよく言ったもので高度経済成長期からバブル期前後までの安定成長期にかけて各プレス・周辺装置メーカーは量産体制を取り、プレスラインの製造・販売をして来た。

プレス機械自体の法的耐用年数は10年であるのに対し実際は長寿命であるため40年以上経った今でも現役で活躍しているものも相当数ある。特に保有台数は1970年代後半から1990年代半ば製が多いと言え、プレス加工企業に入社し、自身

が定年を迎えても相棒の機械は現役という、プレス機械も100年時代を迎えるのではないかという現状である。

では一体なぜ30年・40年以上たっても更新されないものと更新されるものがあるのかよく考えてみる必要がある(写真9)。

プレス機械本体寿命と搬送装置寿命

制御回路のPLCなどによる無接点化、駆動システムのサーボ化が進んでいない時代のプレス機械は基盤制御を含めた有接点回路にメカニカル機構の駆動がシンプル・イズ・ベストで、ある意味、持続

可能で再現性がある。

1980年代半ば以降の工作機械のNC化とともに鍛圧機械も制御・駆動の進化を遂げてきた。筆者の実感としては更新対象のプレスラインはTDMライン・TRFラインともに意外にも1980年代半ば以前ではなく以降の無接点化・数値制御化されたプレスラインであるのではないかと思う。

その訳は機械本体の基幹部分は各メーカーがオリジナルに設計し図面管理してアフターサービス対応して来ているのに対し、PLCをはじめとした無接点装置・NC装置は購入品である場合が多く、購入先メーカーのサポート終了とともにあらゆる制御更新・延命化はしているけれども導入当初の「要」であった生産性が著しく低下。修繕コストも嵩み、製品加工単価も下落を続け、付加価値を持ち続けていくことが難しくなっていくというジレンマを起こすことにある。単純にライン更新するといっても償却費用が将来にわたっての計算式とどうやっても成立しない場合も多いのである。

リビルトというキーワード

さて、最後に当社の宣伝をさせていただきたい。スライディングブロックパズルというものを誰もが一度はやったことがあるのではないだろうか。□×□のボードの上に□2-1の駒があり1駒分の空を利用して駒をスライドし駒を目的の配置に



写真 10 リビルトして復活したプレス機械（上段がリビルト前、下段がリビルト後）

するパズルゲームである。

いくらフレキシブルなプレスラインと言ってもこの1駒分の空きがなければ目的の配置をすることはできない。当社の位置づけはこの1駒分の空であると考えていただくと解りやすい。保有台数の多い1970年代後半から1990年代半ば製のプレスラインはまだまだ現役であるが疲労困憊で無傷であるはずがない。

これ以外でも駒をスライドしたいタイミングでこれらのプレス機械を当社へ引き取った後、再生機としてリビルトし新たに活用していただくことを事業の1つにしている。グローバル化で世界に拠点が分散している中で一度、海外拠点に持って行ったプレス機械を日本へ逆輸入し当社の工場へ持ち込んでリビルト後、日本国内でライン化するといった事例も出始めている。多品種少量化の継続、時代の変化の方向でいかに生産性良くラインナップするか、現有機械をどのように持続可能な

方策で取り入れるかという流れはしばらく続く、もしくは大きくなっていく可能性が高い。当社はこれらの期待に応えられるよう生産廃止部品などの置き換えなども積極的に開発している（写真10）。

