

## 印字工程における自動化の課題と対応事例

大塚 正吾\*

### 1. はじめに

印字の目的は、トレーサビリティ（製造履歴）の特定にある。製品が市場に出た際に何らかの不具合が発生して改善を求められた場合、トレーサビリティを特定する必要がある。工業製品の場合は市場に出た後でも判読が可能である必要があるため、製品・部品そのものに、半永久的なマーキングが望まれる。最近ではワークが多品種少量生産の傾向であるため、それに対応する印字の自動化が課題となっている。

ここでは、「印字工程の自動化」を実現した具体的な事例を紹介する。

### 2. 印字の自動化における課題

印字の方式には多種多様なものがあるが、その中で打刻方式として刻印がある。必要な文字を1枚のリングに配置した刻印リングは、ある文字が一定の打刻回数に到達した時に全体の交換が必要となることからメンテナンスの頻度が多くなり、耐久性、コスト、印字文字の自由度に改善の余地がある。

刻印の耐久性はワークの固定状態にも影響を受け、また打刻品質にも大きな影響を与えるので、クランプユニットが重要になる。今回の事例ではワークが箱型形状のフレームであるので、打刻荷重によるワークへの負荷も注意が必要である。

刻印では文字を選択する必要があるため比較的サイクルタイムが長い。

打刻位置を見た場合、打刻面は2種類ある。その打刻面を作業者が確認して打刻前のワークの向きを合わせてセットし、打刻部に投入する。打刻後は、ワークを取り出し反転部へワークを搬出

する。

このように作業者が行う作業工程が多くなり作業性が劣る。これには、ワークをセットするパレットが手動回転するものであるため、自動化を困難にする要因になっている。

ワークの投入、打刻、ワークの取り出し、搬送等の工程レイアウトにより設備寸法が大きくなる。それにより搬送距離が長くなり、サイクルタイムが遅くなる。印字の自動化には限らないが、自動化する時に、作業者を置き換えた時のサイクルタイムが増加する場合がある。そのようなケースでは十分な検討が必要である。

### 3. 印字自動化の狙い

印字方式を、エア圧力による罫書き芯の押し付けで打刻するスクライビングとした。それにより、耐久性やコストが向上、印字文字の自由度が広がる。刻印と比較して打刻時のサイクルタイムが短縮可能である。さらに打刻面を自動選択とすることや打刻後の搬出を自動とすることによる作業性の向上、作業者の負担低減が実現できる。ワークのセットや取り出しの工程を必要最小限とすることにより、設備の設置スペースをコンパクトとすることができ、搬送距離も最短とすることができることから、サイクルタイムの短縮にも繋がる。

### 4. 印字自動化システム構成

図1に本設備の全体の外観を示す。本設備はワークを搬送する搬送部、ワークに印字をする打刻部、ワークを取り出す反転部、安全装置、安全柵、その他制御盤、操作盤、印字コントローラ、エア機器から構成される。

搬送部はワークをセットする正方形のパレット6個分のスペース、図2の設備平面図のようにST（ステーション）1からST6を有して最

\*OTSUKA, Shogo/山田マシンツール株式会社 マーキングシステム事業部 技術課 課長

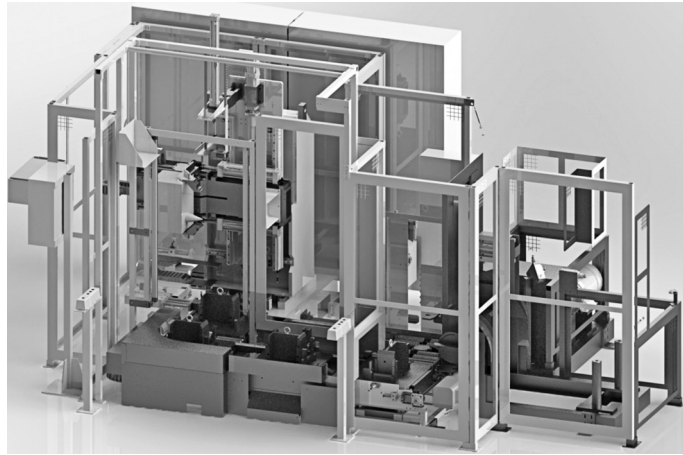


図1 システム外観

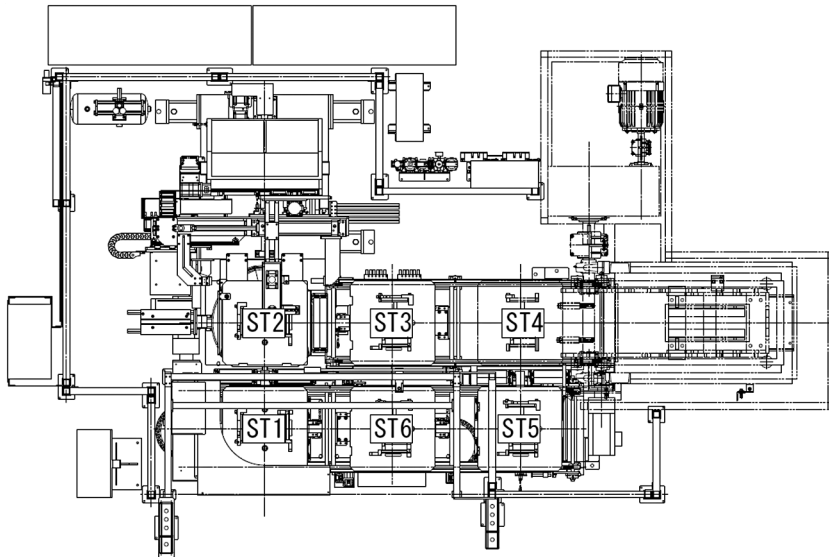


図2 設備平面図

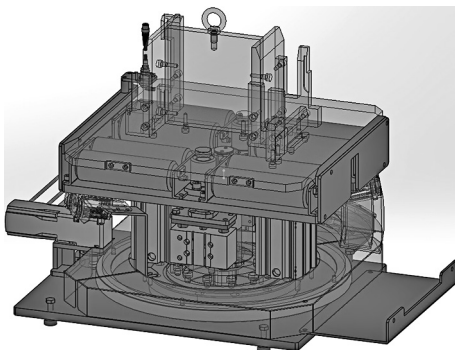


図3 ST2

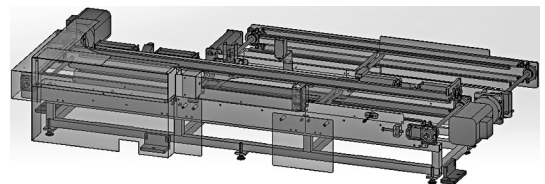


図4 チェーンコンベヤ

大5個のパレットを搬送することが可能である。  
パレットの構造は、打刻部で、自動で打刻面

を選択するために、パレット自体には手動回転機構を設けずに自動回転が必要なST2 (図3) に自動回転機構を設けている。

設備を正面から見た時に左右方向はモータ駆動によるチェーンコンベヤにより搬送されて手前側と奥側の2列のチェーンコンベヤ (図4) により構成される。手前側と奥側との乗り移りはエア

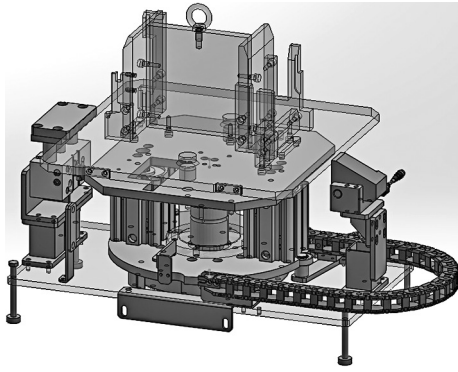


図5 ST6

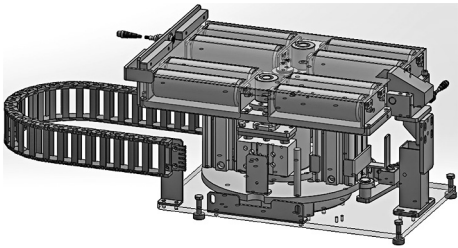


図6 ST1

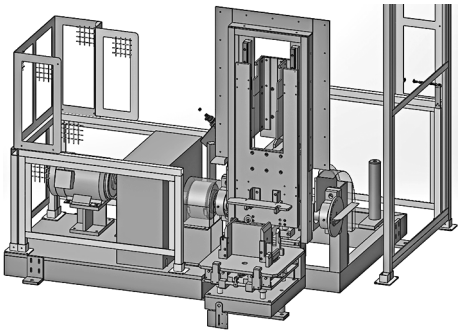


図7 反転部ST4

シリンダによってリフトして駆動ローラコンベヤにより搬送される。作業者は手動回転可能なST6（図5）で必要な作業を行うためにスイッチでエアシリンダによる自動リフトアップ、作業内容に応じてワークを回転させて作業終了後に自動リフトアップを解除してワークを搬送可能な状態とする。

手動回転可能なST1（図6）でワークは打刻を待機する。ST6で行わなければならない作業が行われなかった場合にはST1でも作業可能である。このためST6と同様にST1でもエアシリンダによる自動リフトアップおよび手動回転が可能な構造となっている。

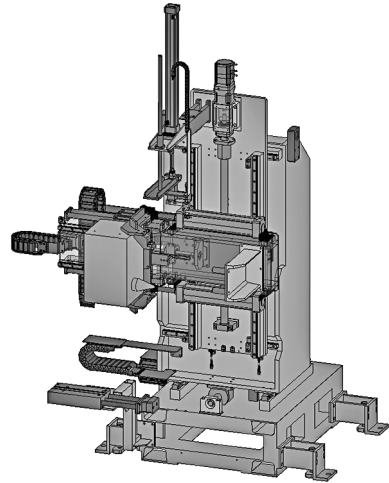


図8 打刻部

エアシリンダによる自動リフトアップ構造によって自動回転可能なST2でワークを打刻する。自動回転可能で打刻面を選択可能なため、ワークの種類によって打刻指示を受けて自動的に打刻面を選択して打刻する。

打刻後に自動的に回転して決められた払い出し姿勢となってST3へ搬送される。ST3は特に工程のないステーションであるが、将来的にたとえば打刻した文字の確認としてカメラや照明等を配置して検査工程等を設けることができる。

反転部を構成するST4（図7）が空になるとST4へ搬送される。ST4でワークを取り出すためにワークが垂直姿勢から90°反転されて水平姿勢になる。ワークが取り出されて空になったパレットは水平姿勢から元の位置に反転されて垂直姿勢となってST5へ搬送される。

ST5は特に工程のないステーションである。今回の事例ではST6に搬送されたパレットはワークを投入するためのパレットの向きになっていないためにST6で作業者が手動でパレットの向きを修正している。この工程をST5で自動化することもできる。

ST6が空になるとST6へ搬送される。ST5に搬送された空のパレットは再びST6へ搬送されて新たなワークをセット可能となる。

各STにはストッパおよび戻り防止ユニットが備えられている。打刻部（図8）はスクライビングの打刻ヘッド（図9）を有していてステッピングモータ、直動ガイド、ボールねじによりXYZの3軸方向に移動可能に取り付けられている。こ

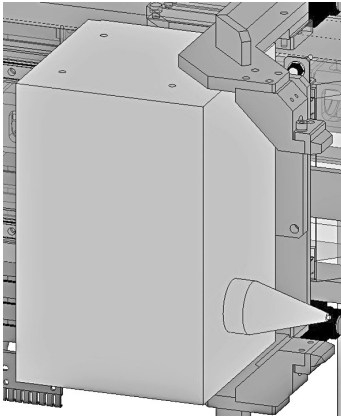


図9 打刻ヘッド

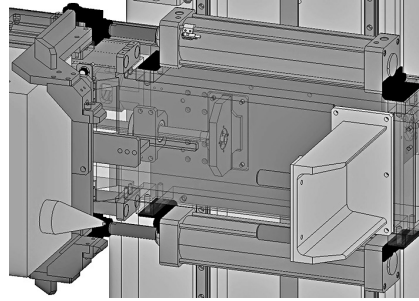


図10 クランプユニット1

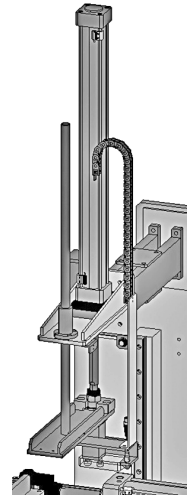


図11 クランプユニット2

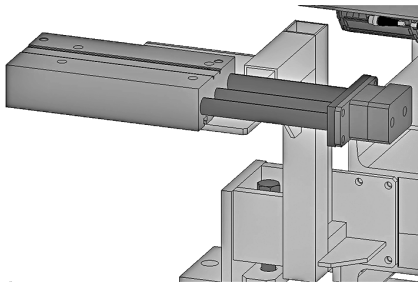


図12 クランプユニット3

れにより各種ワークに対して自由に打刻位置を設定することが可能である。

打刻ヘッドは打刻位置ではなく反対側の原位置に配置される。ワークを固定するためのエアシリンダ、直動ガイドにより構成されたクランプユニットが3ユニットある。最初に打刻位置の両側をX軸方向にクランプするクランプユニット1(図10)、次にワークの上側をZ軸方向にクランプするクランプユニット2(図11)、最後にワークの下側をX方向にクランプするクランプユニット3(図12)で構成されている。

奥行方向のY軸方向のクランプはクランプユニット1によりクランプする。この構成により打刻品質を保つためにしっかりと固定することが可能となる。

クランプ完了後に打刻ヘッドが原位置から打刻位置に位置決めされて打刻が行われる。打刻完了後は打刻ヘッドが原位置に戻って各クランプユニットがアンクランプされて打刻部がXYZの原

位置に戻ることによって搬送可能となる。

反転部はワークを取り出すためにワークを垂直姿勢から水平姿勢へと回転させる。モータと大きな減速比の減速機を用いてゆっくりと反転させる。ワークが取り出された後に反転部は元の姿勢に反転して垂直姿勢に戻される。

安全装置は打刻部の搬入部にライトカーテンを配置、反転部のワーク取り出し部にはロープスイッチを備えていて作業者の安全を確保している。またその他コンベヤの可動部には人が触れることがないようにカバーで覆って設備全体は安全柵を用いて囲っている。

制御盤は設備の後方に配置されていて一次電源を引き込んで各機器のコントローラ等を収納している。操作盤は設備左側面にあって必要に応じて作業者が各操作を行う。

印字コントローラも設備左側面にあってスクライビングの打刻ヘッドの印字の設定を行う。罫書き芯により打刻するので、すべての文字やマーク等に対応可能である。

エア機器は設備後方に配置されていて一次エアを引き込んで吸気ユニットから各シリンダを操作するソレノイドバルブの駆動およびスクライビングの打刻ヘッドにエアを供給する。通常工場の一次エアの圧力は0.49MPaであるが、ワークをしっかりと固定するためのクランプユニット1は大きなクランプ力が必要となるために一次エアを増圧弁およびエアタンクを用いて増圧して高い圧力でシリンダを駆動してワークをクランプしている。



## 5. システムの特徴

本設備の特徴は、第1に一つの設備で多品種のワークに対応可能なことである。

第2に、印字の方式を打刻方式のエア圧力により罫書き芯を押し付けて打刻するスクライビングとしたことである。これにより、打刻品質を保つために文字ごとに打刻荷重を設定する必要がない。罫書き芯により文字やマーク等を打刻するため、文字ごとによる影響を受けずに偏りがないため、打刻部の耐久性、コストを最適にすることが可能となり、印字文字の自由度も広がる。さらに刻印と比較してサイクルタイムが短縮可能である。

第3に、打刻部において打刻位置の両側をクランプするクランプユニット1を備えていることである。これによりX方向およびY方向をしっかり固定することができて打刻品質を安定的に保つことが可能である。

第4に、打刻部の搬送部が自動回転可能なので打刻面を自動的に選択可能となり、さらに自動的に払い出し姿勢にすることが可能である。これにより作業者の作業工程が減少し作業性が向上して作業者の負担を低減することができる。またワークの打刻面の向きおよび払い出し姿勢の作業者によるミスも発生しない。

第5に、本設備のレイアウトがコンパクトなことである。これにより設置スペースを小さくすることが可能である。またこのことにより搬送距離が短くなってサイクルタイムが短縮可能である。

## 6. 優位性

以前は、一枚の刻印リングを用いた油圧による刻印であった。この方式では、打刻品質を保つために各文字に打刻荷重を設定する必要があった。

また各文字に打刻される回数は一定ではなく偏りがあるために、打刻回数が多い文字の摩耗が進行し、他の文字の打刻回数が少なくして摩耗に問題がなくても刻印リングを交換する必要があり、コスト高になる傾向にあった。

さらに打刻の駆動源として油圧装置を用いていたため、油による汚れや余計な電気コストが掛かっていた。

本設備においては、エア圧力により罫書き芯を押し付けて打刻するスクライビングとすること

で、打刻品質が保たれ、各文字に打刻荷重を設定する必要がなくなった。罫書き芯により全文字を打刻するため、文字ごとによる影響を受けずに偏りがないため常に一定の打刻回数で罫書き芯を交換することができる。罫書き芯の耐久性はワークの固定状態に左右されることはないのでコスト管理がしやすくなった。

駆動源はエア圧力であるため油による汚れもなく、クリーンであって余計な電気コストも掛からない。

刻印と比較してサイクルタイムが短縮可能である。また、打刻荷重は刻印と比較して小さいのでワークに対する負荷が軽減される。

打刻位置は打刻面が2種類あり、その打刻面を作業者が確認してワークの向きを合わせて打刻前のワークを作業者が打刻部に投入、打刻完了後にワークを取り出して反転部へワークを搬出するなど、作業が煩雑であった。本設備においては、ST2で自動回転可能であるため、ワークを打刻する時に各ワーク種類による打刻指示によって打刻面を自動的に選択可能となった。また打刻面を作業者が確認してワークの向きを合わせて打刻前のワークを作業者が打刻部に投入する必要がなくなった。さらに打刻後は自動的に払い出し姿勢にして自動的にワーク取り出しの反転部に搬送されるので、打刻後に作業者がワークを引き出してワーク取り出しの反転部に払い出す必要がない。このことにより打刻部へワークを投入する作業者はワークを投入するだけで良くなった。これにより、作業者の負担が低減されるとともにワークの向きの相違によるワーク投入のミスもなくなった。

従来は、設備の搬送レイアウトのために設備の設置スペースが大きくなっていった。さらにそのために搬送距離が大幅に長くなり、作業性とともサイクルタイムが遅くなっていった。

本設備においてはST1からST6までが最小レイアウトとし、設備の設置スペースもコンパクトにすることができて打刻から取り出しの搬送距離も最短となり、サイクルタイムを短縮した。

## 7. おわりに

ここでは、印字工程の自動化への取り組みと成果について報告した。さまざまな工程で求められる自動化への参考になれば幸いである。