

自動化と接合品質を追求した フープ材供給装置

株式会社 ムラタ溶研
代表取締役社長 村田 倫之介
取締役会長 村田 彰久
専務取締役 村田 唯介

はじめに

5G 通信、自動車の操作自動化・安全性向上による電子部品の搭載量増大、人口減少に伴う各種機械・装置の自動化推進、働き方改革や時短推進による家電の自動化推進により、デバイスのリードフレームやコネクタ需要は増加の一途をたどる。これらの電子部品は帯状薄板金属であるフープ材をプレス成型して製造されるが、生産ラインの高速化や幅広フープ材を使用して複数個を同時にプレス成型するなど、生産方式にも変化が起きている。これらの背景により、さらに時間短縮と歩留まりの向上を求められるようになった。

開発のねらい

プレス材料のフープ材が材料切れを起こした際、直し直すと約 14～29 分かかる(当社調べ)。ムラタ溶研製フープ材接合供給装置は元々、高品質溶接による接合を短時間(1 分以内)で行える装置だったが、今回は自動化を追求し、接合時間を 15 秒に短縮することを目標とした。

現在主流である多列同時プレスによるデバイス生産は 1 分間に 1,000～4,000 個ほど行われる。手作業による直し直しから手動フープウェルダーへの機械化は、多列同時プレスでない時代であっても劇的な効果があった。しかし、社会的なニーズにより生産量が飛躍的に伸びているいま、材料の接合供給もさらなるスピード化が

求められている。さらに、エラー回避措置的な機械構造をとっているが、手動機では材料を溶接する前の突合せ時にわずかだが人的ミスが起こる場合があった。接合時間を約 1/4 にする短縮と同時に歩留まりのさらなる向上も開発のねらいとした。

装置の概要

従来の同社溶接装置は溶接の工程が自動で、前工程である切断前のワーク把持、切断、切断面どうしを付き合わせてのクランプは作業者の手によって行われていた。本賞応募の新装置では作業者が切断前のワーク把持を行えば、その後



図1 装置外観

の工程から溶接完了まで全自動で行える。これにより約 1 分から 15 秒へと大幅な時間短縮を実現し、操作のミスによる歩留まり低下も防ぐことができるようになった。

また、フープ材料幅を入力すれば溶接の開始点と終了点が自動で割り出される仕組みを搭載し、段取時間も短縮した。

まず、装置の外観を図 1 に示す。ワークの取り扱いはこの写真にある上部治具カバーを開けて行う。ちなみに当社従来品の手動機にカバーはなく、ワークテーブルとして存在する。

また、当社製従来手動機の場合と開発製品である自動機の作業および所要時間を比較を図 2 に示す。

手動機の場合、先行材と後行材を切断刃の下に入るように配置し、操作者がボタンを押すことで切断される。センタープレートというガイドに当てながら、切断した先行材、後行材を付き合わせた状態でそれぞれクランプすることでセッティングが完了となる。この状態で接合ボタンを押せば、接合開始から完了までは溶接

アーク長の調整も含めて自動で行われる。接合後の圧延は手動で行う。

一方、今回開発の自動接合機では、切断刃の下に先行材、後行材をセットし、開始ボタンを押せば、後は切断、突合せ、溶接接合まですべて自動で行われる。この間に人の作業はないため、人的なミスは起こりえず、歩留まりをさらに高めることができる。時間についても、以下にあるように手動全工程 80 秒が自動機では 23 秒にまで短縮された。この間に現在のプレス機で約 2,000 ～ 3,000 個の生産が可能となる。

技術上の特徴

手動工程を自動化するには複数の技術的なポイントが存在する。以下項目ごとに解説する。

①切断／クランプ圧力の使い分け

端面どうしの突合せ溶接では、垂直な切断面、バリのない品質が求められ、溶接品質に直結する。

本装置に用いている切断刃は、硬度 HRC65 以



図2 手動機と自動機の作業および作業時間の比較

上の焼き入れされたハイス綱を用い、切断は1.0～2.0MPaの比較的高圧な油圧で行われるため、ワークも強い力でクランプされる(図3)。

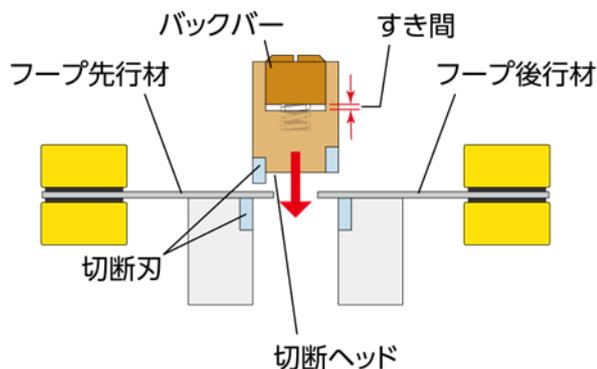


図3 切断時のようす

転じて、溶接時のクランプでは0.2～0.3MPaの空圧に変換し、最適な加圧力で接合部を密着し、熱歪みを抑制する(図4)。

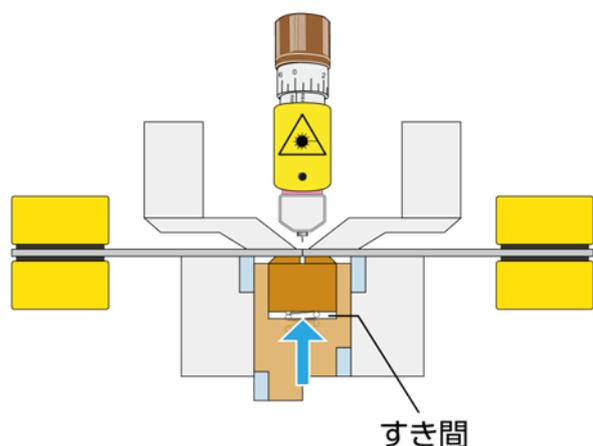


図4 溶接時のようす

②ワーク中央から外側への溶接

溶接端部の溶け落ちは、プレス機の金型内で引っかかり、金型の破損を誘発する原因になるため、本装置ではその防止に、溶け落ちや穴明きのない溶接工法を用いている。本装置では材料中央部に溶接開始点を設定し、外側に向かって溶接を行い、終了点前でアークをオフにしている。その際、溶け落ちのない溶接が行える最適なアークオフ地点は、独自のトーチ走行位置と演算で割り出している。また、溶接の開始点を1回目と2回目で数mm重なることにより、融合不良をなくしている(図5)。

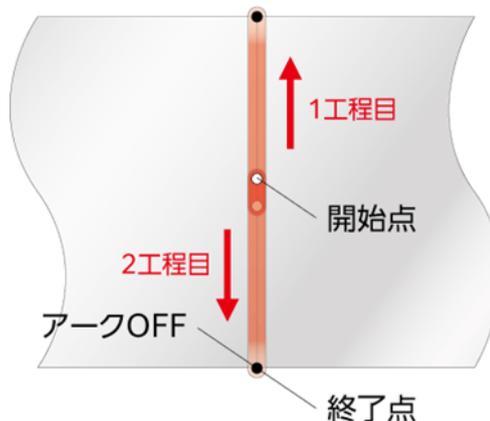


図5 2工程での溶接

③ワークを確実に付き合わせる機構

本装置は、突合せ接合技術で重要な「切断」「突合せ」を確実にできる機構を搭載している。

本装置は切断部を装置中央に設け、切断端材(スクラップ)の排出や突合せを容易にしている(図6)。

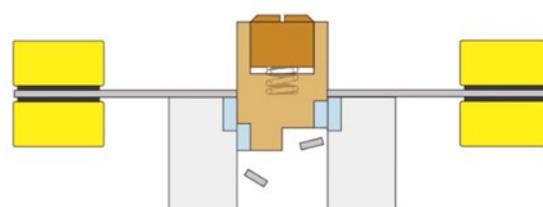


図6 切断とスラップの排出

30±0.005mm幅に切断された材両端部は、左右のクランプ突合せ機構により溶接中央の可動式バックバー(裏当金)と上部クランプ板の間に自動挿入され、材端面どうしが突き当てられる。このとき、すでに上部クランプが本体奥から進出しており、ワークが重なり合わない機構と

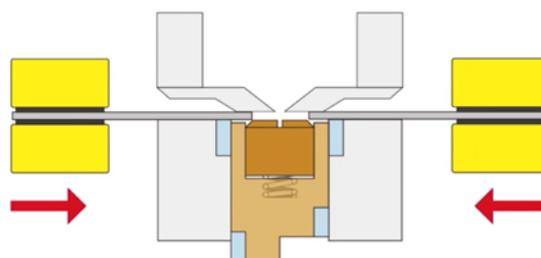


図7 ワークの突合せ

なっている（図7）。

溶接加圧力は切断時は 1.0 ～ 2.0MPa の油圧を、0.2 ～ 0.3MPa の空気圧に変換させて付合せ端部を密着させている。また、溶接は最適なアーク長を電極タッチセンサーが自動で設定し、行われる（図8）。

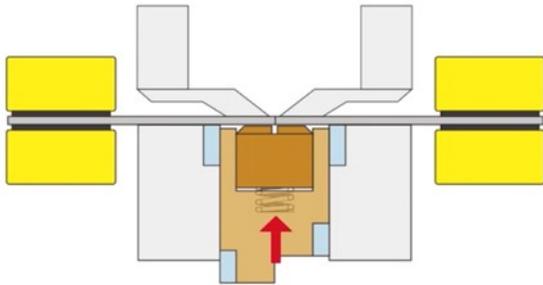


図8 下治具の上昇によるクランプ

④溶接部の硬化を防ぐ工夫

当社独自の「狭窄ノズル TIG 溶接法」は、ビード幅が狭く、深い溶込みが得られ、熱影響部の変質領域も狭く、溶接局所の酸化・窒化による硬化はほとんど見られない。

本装置ではワークの上部、裏側からガスを当てて溶接部両面の無酸化雰囲気形成している。また、狭窄ノズルによるエネルギー密度の向上で、3000 ～ 6000mm/min の高速溶接を可能にし、熱影響の範囲を最小化している（図9）。

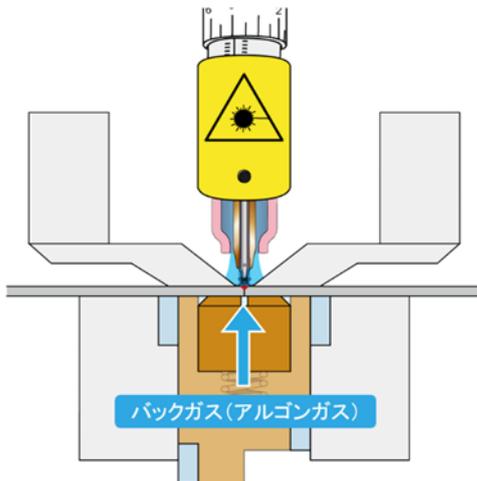


図9 ワーク両面での無酸化雰囲気形成

以上のように、本装置は、従来にない接合技術を実現している（図10）。

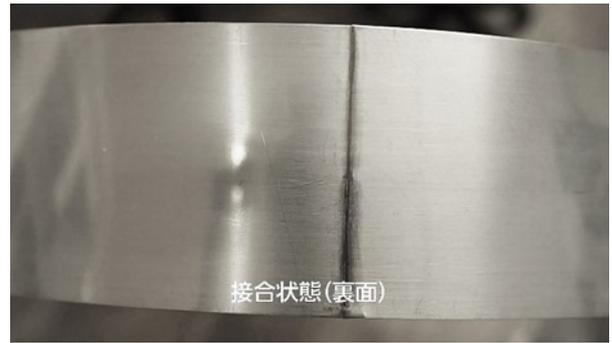


図10 接合部の様子

実用上の効果

ムラタ溶研製フープ材接合装置は、フープ材を使用するプレス業界の供給装置として一定の評価を得ているが、それでも、接合時間 60 秒が限界だった。今回の発明で、接合時間は 15 秒に短縮され、1 分間に数千個の製品を成型するプレス機において、年間でのその効果は大きなものとなる。自動車、モバイル機器、家電やその他電子部品を使用するあらゆる製品の、生産性向上に寄与するため広範囲な波及効果が期待できる。

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

- ① 日本国特許第 6980239 号
名称: 帯状金属板の突合せ接合装置及び突合せ接合方法
- ② 日本国特許第 6980237 号
名称: 全自動突合せ接合装置

むすび

自動化を進めた本装置では、均一でエラーのない接合面密着状態を形成でき、ほぼ不良を発生させることなく高速で安定的なフープ材接合供給が可能である。電子部品製造工程の材料供給というボトルネックを解消し、社会的に一層の自動化・AI化推進のサポートが行える。