

入門教室 Q & A

溶接自動化の基礎

第2回

稼働率向上, オペレータ教育への取り組み

榛葉 貴博

(株)榛葉鉄工所

前号では、当社における溶接工程のロボット化、自動化への取り組みについて紹介したが、本号では、実際に溶接ロボットを自動化するにあたっての、稼働率向上への取り組み、オペレータの教育、ティーチングの方法などについて紹介します。

Q1 まずはオペレータの教育ではどのような取り組みを行ってきたのですか。

A1 オペレータの教育は、労働基準協会による産業用ロボットの教示等の研修および溶接ロボットメーカーによる産業用ロボット研修を受講することで、ロボット操作の基本を学んでいます。また社内でのOJT教育も実施しております。当社では、とくにその分野で秀でた高度な技能をもつ社員をチャンピオンと呼んでおります。ロボット溶接に関するチャンピオンも多数います。彼ら熟練オペレータが若手をOJTで教育し、チャンピオンの技を伝承しています。

リーマンショック前に仕事が急増した際には、少し珍しい取り組みも行いました。当時、多くの期間工の方が製造現場で働いており、新人の方は部品セットに関して、その人の癖や性格による微妙なばらつきが出ておりました。難度の高い溶接では、部品セットの微妙なばらつきも不良発生の原因となります。作業者の癖や性格によるばらつきに関して、通常では、ロボットの動きに人が合わせると思いますが、当社では発想を逆転して、作業者の個性や部品セットの癖に合わせたティーチングをすることで、不良発生を抑え、高い生産性を維持しましたその取り組みにより難度の高いチタンマフラーを1日に300本生産することができました。このような技は、ロボット溶接に関するチャンピオンが作業者の動きを熟知し、また各工程の特徴を十分に理解していたことによって可能となりました。

リーマンショック以降は、残念ながら仕事量が減少

し、1機種あたりの生産量も激減してしまいました。機種数は増加しているのですが、いわゆる多品種少量生産が中心となりました。作業者は1日で複数の機種を受け持つことになり、多能工化が重要になってきました。そのため、多能工化表を作成して多能工化教育を実施し、誰が作業を行っても同じ生産ができる状態をつくっています。また、部品セットのばらつきが極力出ないようにエアクランプなどを用いて、部品を固定する治具を増やしています。

言葉で説明すると難しい部分も多々あるのですが、当社の溶接ロボットのチャンピオンたちの取り組みの事例をいくつか紹介します。

- 1) 部品精度のばらつきによる溶接個所のズレ、隙間に対して許容度の高い溶接条件をみつけます。隙間がある場合は、溶接ラインは、通常よりも少し上の方を狙い隙間に溶けた金属を流し込みます。それにより隙間を埋め、さらに溶込みを十分にするためにワークの向きを少し傾斜が緩やかになるように動かします(このような動作を行うには、写真1のような6軸のロボットに加え2軸のポジションが最適です)。

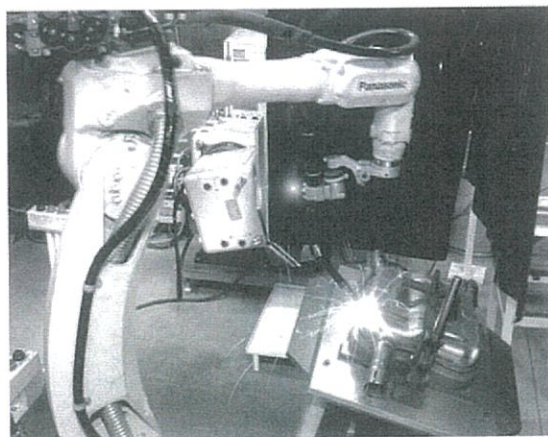


写真1 SUS304板厚0.6mmのボディー溶接

- 2) 0.6mmの薄板溶接の際、通常の溶接では穴が開いてしまうので、材料の重なり部分を溶接ワイヤのように見立てて溶かし込むことで、溶接が可能となりました。
- 3) 熱ひずみに関しては、初めてのティーチング時に、溶接したらどのようにひずむか？を検証して、ひずみが少なくなるような方向と順番を見出してティーチングを行います。また、治具に関しても、溶接した際のひずみを考慮して調整を行っています。
- 4) 溶接チップを長持ちさせる溶接、これは溶接ワイヤの巻きクセを考慮してティーチングを行うことで溶接チップが長持ちするようになりました。溶接ワイヤが丸くなる方向に溶接することで、チップの摩耗が進行方向のみになり、摩耗してもビードずれが発生しにくくなります。
- 5) 治具のクランプで溶接しにくい部分がある場合、部品を溶接後、ロボットの先端を使ってクランプを外して、クランプで隠れていた部分の溶接を行います（この場合のクランプは、軽い力で外れるタイプを使用しています）。
- 6) ロボットが溶接稼働中に、次の溶接指令を保持させて停止時間を作らないような取り組みもしています。
このように様々な技を溶接ロボットに盛り込んでいます。

オペレータ教育に関する基本的な考え方ですが、ロボット溶接といっても基本はやはりハンド溶接の技能が大切になります（写真2）。ハンド溶接の技能が低い人でもロボット操作を勉強すれば、溶接ロボットを動かすことは可能だと思います。しかしながら、溶接のトーチ

角度、送り方向、スピードなど基本的な溶接動作をティーチングするノウハウは、オペレータのハンド溶接の技能により大きな違いがでできます。それが品質や生産性に大きく影響してくるのです。

このように考えると、ティーチングの基本は、自分のハンド溶接の技能をロボットに置き換えることだと考えております。溶接ロボットを活用するためには（当然と言えば当然なのですが）、ティーチングオペレータのハンド溶接技能の向上が必須となります。

当社では、ハンド溶接技能の向上のために社内溶接コンテストを実施しています。溶接ロボットメーカーの方による座学、その後筆記試験、実技試験を行います。実技試験で作成した溶接ピースを見て、その出来栄の良さを投票によって決めます。1位、2位、3位と順位を決めて全体朝礼で表彰しています。イベントしても、相当に盛り上がりまして、参加者は自分の溶接技能のレベルがわかり、また投票者は溶接ビードを見ることで溶接を見る眼が向上します。さらに溶接ビードに対する関心も高まります。

オペレータの教育ではないのですが、溶接ロボットを多用するにあたり、多品種少量生産にあわせた工夫もしています。

多品種少量生産では、頻繁に段取り替えが行われます。溶接ロボットが増え、さらにマフラー形状が複雑になるにともない、溶接治具も大きくなってきました。そのために治具交換に時間がかかってしまうので、いかに早く治具交換ができるか？が重要になりました。スムーズな治具交換を行うために、これらの取り組みを行ってきました。



写真2 ハンド溶接が大切

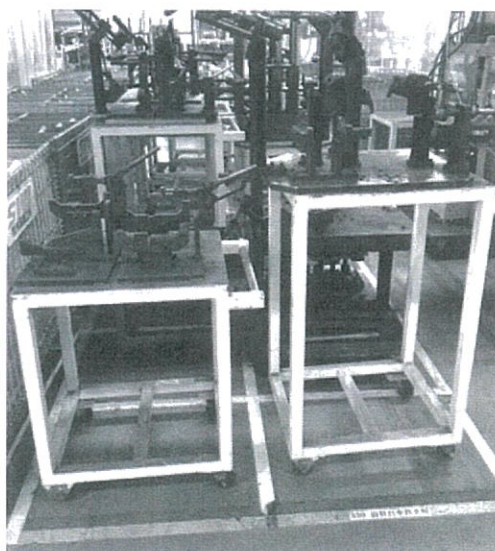


写真3 段取り台車

- 1) ロボットテーブルへの治具セットを標準化し、簡単に治具をセットできるようにしました。
- 2) 段取り変えの際に、溶接治具セットの再現性が良くなるようにピンを用いてテーブルに位置決めをしました。
- 3) 各ロボットテーブルの高さに合わせた段取り台車を作成し(写真3)、治具交換を短時間でできるようにしました。

多品種少量生産では、レイアウト変更も多くなります。当社では、溶接ロボットもレイアウト変更がしやすいように、いくつかの規格化した架台を制作し、そこに制御盤と溶接機を載せています。そのことにより、ハンドリフトで簡単に溶接ロボットを動かすことができ、レイアウト変更が容易になります。

このように溶接ロボットに対して、多品種少量生産にあわせた工夫もしております(ちなみに他の設備に関しても、キャストが付いており、手で押して移動することができるようにしています)。

Q2 それでは、人と溶接ロボットとの共存についてはどうなような考えをお持ちですか。

A2 リーマンショック後の円高やアジア諸国の経済発展にともない、ものづくりが海外へ流出してしまいました。アジア諸国のものづくりのレベルは年々向上しています。そのような環境の中、他国には真似のできないような技術、そして品質保証、さらにはアジア諸国に負けないコストを目指していかなくてはなりません。

そこで鍵となるのはやはり、溶接ロボットの活用による生産性の向上と難易度の高い溶接技術への対応ではないかと考えています。また、日本では、少子高齢化がますます進み労働人口は減少して行きます。労働者不足を補うためにもロボットを活用した自動化が必須になります。

今後、諸外国との競争に打ち勝つために以下の五つのことを重点的に行っていく必要があると考えています。

一つ目は、溶接ロボットのオペレーティング作業を標準化することです。ティーチング作業というのはそのほ

とんどがオペレータ個人のノウハウと勘で行われているのが現状です。つまりチャンピオン達の技による職人仕事です。もちろん、あるレベルを超えた職人仕事は、各個人のノウハウで標準化は難しいと考えています。しかしながら、これをいかに標準化し、データ化し、横展開できるかが今後の溶接ロボットを使った生産活動において重要になってくるのではないかと考えています。

二つ目として、溶接ロボットの生産性向上には、部品精度向上が不可欠です。今年、金型製造のグループ会社(株)シンテックを本社に移設し、技術部門、プレス職場との連携を強化しました。また、プレス職場にはサーボプレスを増強し、複雑な絞り加工にも挑戦しています。これらの職場の連携により、塑性加工技術を強化し、部品精度の向上につなげたいと考えています。

三つ目はさらなる自動化の推進です。溶接の自動化だけでなく、部品セットまで含めて自動化して行きたいと考えています。ただし、フルオートメーションではなく、人が行った方が良い工程とロボットが得意な工程をうまく組み合わせることで多品種少量に対応したセル生産ラインを構築していきたいと考えています。

四つ目は、人材育成の取り組みとして、各職場で卓越した技能をもつチャンピオンを次々に誕生させていきたいです。そのためには難しい仕事に挑戦し、仕事の上で鍛錬し、さらなるチャンピオンの誕生につなげていきたいと思っています。

そして最後の一つが新しい溶接技術の開発です。8年前にファイバーレーザーを導入し、専用機として立接を行ってきましたが、現在は、ファイバーレーザーを6軸ロボットに搭載し、ひずみの少ない高精度な溶接に挑戦しています。

様々な観点から述べてきましたが、今後の溶接作業を支えていくのは溶接ロボットであり、これを最大限に活かすことが厳しい競争社会を生き抜くためのツールであることは間違いないです。その溶接ロボットを操作するのは、人であり大切なのは人の技能です。今後も匠の技をロボットに伝承し、ロボットが職人の技で作る高品質な製品を作りたいと思っています。