

# 協働ロボットを用いた金属加工分野の省力化システムに関する研究

## ーバリ取り作業のロボット化ー

Research on labor-saving systems in the metalworking field using collaborative robots

－ Robotization of deburring －

鈴木 翔一、村井 博、小清水 貴之\*、加藤 泰和\*

(\*株式会社セイシンハイテック)

金属加工業界では人手不足の解消と労働環境の改善の観点から省力化を推進する必要があるが、産業用ロボットはシステム構築の敷居が高い。本研究では協働ロボットに着目し、人とロボットが混在した環境下でも簡便に省力化できるシステム構築方法を確立することを目的とする。

金属加工工程には、自動化しにくい作業が多いが、中でもバリ取りの自動化・ロボット化は長年の課題である。そこで、アーム型協働ロボット(ユニバーサルロボット社製 UR10e)を使用したシステムの構築を行った。

ワークは産業用機器の構造部品である。これをバリ取りするにあたり、別途定義したワーク平面上で NC コードが動作するようにロボットを教示し、バリ取り経路を指示した。バリ取りを行う製品は、2 種類あり、それぞれの上面、下面を加工する。製品重量がそれぞれ 33kg、22kg と重いため、横倒しにした状態で回転機能を有する架台に乗せて固定し、片面のバリ取りを行い、その後、手で回転させ、反対面のバリ取りを行うこととした。2 種類の製品は、ペアで 1 組となっている。ロボットの周囲に 2 種類の製品を配置することで 1 組ずつバリ取りが行えるようにした。工場の現場ではバリ取りに伴う金属粉塵が舞うため、製作した架台の中にロボットのコントローラボックスやティーチングペンダントを収納して保護し、ロボットに作業させる場合には作業用操作盤を設けた。

これにより、ロボット導入前は 1 日 20 台であったものが、導入後は 1 日に 28 台生産できるようになり、生産性が 40% 向上した。



写真1 導入したバリ取りロボットシステム



写真2 開発したバリ取りハンド

## 1. はじめに

金属加工業界では人手不足の解消と労働環境の改善の観点から省力化を推進する必要があるが、産業用ロボットはシステム構築の敷居が高い。本研究では協働ロボットに着目し、人とロボットが混在した環境下でも簡便に省力化できるシステム構築方法を確立することを目的とする。

金属加工工程には、自動化しにくい作業が多いが、その中でもバリ取りの自動化・ロボット化は長年の課題である。そこで、アーム型協働ロボットを使用したシステムの構築を行った。

## 2. 実験方法

使用したロボットはユニバーサルロボット社製 UR10e で、バリ取り用の回転工具は TRUSCO 社の空気圧式グラインダーを使用した。刃物には TRUSCO 社の超硬バー、円錐形 90 度、直径 6mm 軸、刃径 19mm を使用した。やさしく押し付ける動作を実現するため THK 社リニアガイドとレールにグラインダーを固定して、バネで引っ張る機構としたハンドを製作した。刃物回転数は約 17,000rpm となるように非接触反射光方式のデジタル回転計を使用してグラインダーの出力を調整した。

ワークは産業用機器の構造部品である。この素材は鉄(SS400)のため、初期のバリ取り実験は同素材の金属ブロックを用意して、内側をポケット形状に見立てて切り抜いたものを用意し、フライス加工によってバリを発生させて実験材料とし、外形とポケットのバリ取り実験を行った。

バリ取り量について、この製品の図面指示では C0.5mm～C1mm となっているが、後工程の研削盤加工により面取り量が減ってしまうため、C0.8mm～C1.2mm 程度の加工を行うこととした。

バリ取り経路はロボットで NC コードを実行することで動作させるため、ロボットの追加機能であるリモート TCP ツールパス機能を追加した。

NC コードの生成は iCAD ソフトウェアを使用した。製品のバリ取りする経路は刃物の適切な位置で削るため、製品外径から 7mm ほど外側の経路を作成して dxf 形式でエクスポートし、NCVC ソフトウェアで NC コードに変換した。その後、テキストエディタで速度を可変させる箇所に対して命令を追加した。

別途定義したワーク平面上で NC コードが動作するようにロボットを教示し、バリ取り経路を指示した。

実験用金属ブロックでバリ取りを行う様子を写真1に示す。開発したバリ取りハンドを写真2に示す。製品の加工に適用させたバリ取りシステム全体の様子を写真3に示す。

バリ取りを行う製品は、2 種類あり、それぞれの上面、下面を加工する。製品重量がそれぞれ 33kg、22kg と重いので、横倒しにした状態で回転機能を有する架台に乗せて固定し、片面のバリ取りを行い、その後、人手で回転させ、反対面のバリ取りを行うこととした。2 種類の製品は、ペアで 1 組となっている。ロボットの周囲に 2 種類の製品を配置することで 1 組ずつバリ取りが行えるようにした。工場の現場ではバリ取りに伴う金属粉塵が舞うため、製作した架台の中にロボットのコントローラーボックスやティーチングペンダントを収納して保護し、ロボットに作業させる場合には作業用者の操作盤を設けて動作させた。



写真1 実験用金属ブロックにバリ取り加工



写真2 開発したバリ取りハンド



写真3 製品の加工に応用したバリ取りシステム全体像

### 3. 実験結果

実験用金属ブロックでバリ取りした結果を写真4に示す。約 C1mm にバリ取りするには加工速度は 8mm/s が適していることがわかった。また、刃物の先端付近や中心付近、外周付近によりバリ取り量が異なる事がわかったため、それに合わせて加工速度も微調整することとした。また、写真4左側の金属ブロックのように手で押しても曲がらないような硬いバリを除去し、C1mm ほどに加工するには 2 回の加工が必要であることがわかった。

外周の角部分を直線部分と同じ速度で加工するとバリ取り量が大きくなりすぎて目立つ事がわかったため、移動速度を早くすることで均一な加工になるようにした。

内側のポケットの角部分を直線部分と同じ速度で加工するとバリ取り量が不足するため、移動速度を半分以下に下げることによって均一な加工になるようにした。

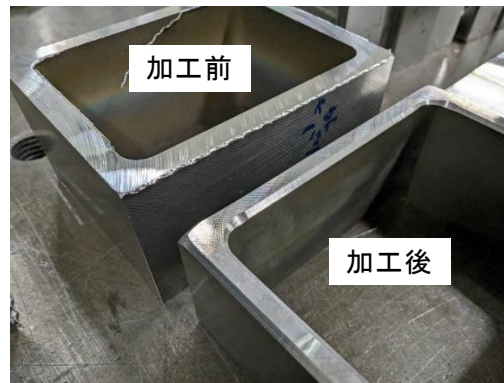


写真4 実験用金属ブロックのバリ取り結果

#### 4. まとめ

金属製品のバリ取りを行うロボットシステムの構築を行い、現場に導入し、実用化した(写真5)。システム導入前は1日平均20台の生産が可能であったものが、導入後は1日平均28台まで生産できるようになり、生産性が40%向上した。

生産する製品が33kgと重いため、ロボットで持ち上げることができず、現在は人手で架台に乗せている。今後、同様の製品を大量に生産する場合、製品の供給や排出についても改良し、作業者の負担を軽減する必要がある。

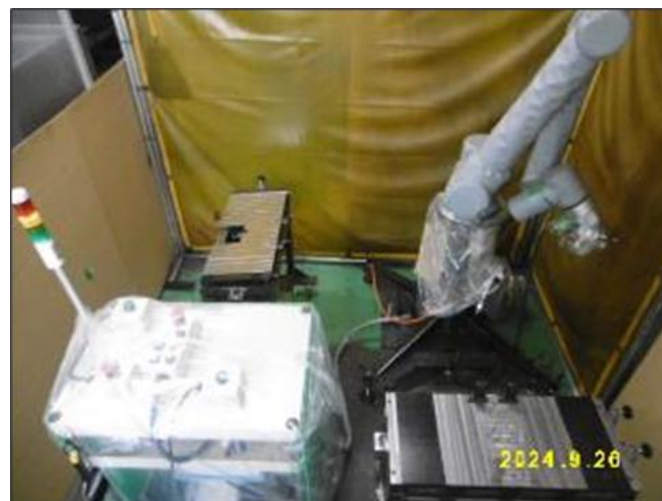


写真5 導入したバリ取りロボットシステム