

課題情報シート

テーマ	自動面取り装置の開発		
大学校	関東職業能力開発大学校		
ホームページ	www3.jeed.or.jp/tochigi/college/		
電話番号	0285-31-1722（学務課）		
訓練課程	応用課程	訓練科	生産機械システム技術科 生産電気システム技術科 生産電子情報システム技術科
担当指導員	中村 正美、 中澤 直樹、 岩崎 浩文		

開発（制作）年度・期間

2017 年度 ・ 10 カ月

（内訳）設計：3カ月、製作：5カ月、組立調整：1カ月、評価検証：1カ月

開発（制作）学生数

17名

（内訳）生産機械システム技術科：5名

生産電気システム技術科：6名

生産電子情報システム技術科：6名

習得した技能・技術

鋼材の六面体加工の後工程である面取りの工程を自動化する装置を新たに開発しました。自動化装置として材料の位置決めや固定させる機構の設計製作や、面取りする切削加工装置を自作する設計製作の能力を身につけて製作しました。また、加工する材料を測定して検査する画像処理装置やデータベースにアクセスしてバーコードにより材料情報と測定値を比較演算し検査する装置を新たに開発しました。自動化の部分はPCからPLCへとデータを受け渡して2台のPCと2台のPLCを通信しながら連携させて、10個のモータと4個のエアシリンダを制御し、位置決めするための光電センサを配置して、面取り加工する制御装置を開発しました。今までに学んだものづくりの技能・技術を組み合わせ、装置の設計や加工、組み立て、調整をしながら製作に取り組むことにより完成させることができました。機械と電気、電子情報のそれぞれの分野のものづくり力が一体となることで、一つの自動化装置が出来上がることの難しさと、チームワーク力により力を合わせて取り組むことで完成させる達成感を実感することができました。

開発（制作）のポイント

本開発課題は、地元の小山市内の従業員 100 人程度の中小企業からの依頼された企業テーマであります。

面取り加工は、材料の六面体加工の後に 12 辺のエッジの角を取る工程です。この面取りの工程は人手による手作業で行われており、作業負担が大変なことやヒューマンエラーの発生が発生しやすい状況でした。そこで、自動化することで作業効率を向上させるために、自動的に面取り加工を行うことができる自動面取り装置の開発を要望されており、開発課題として取り組むことにしました。

本装置の特徴は、加工する材料の大きさを画像処理により非接触で測定して計測データを加工部に転送することができることです。また、現品票によりデータベースからの情報を検査の測定値と比較演算して加工部に受け渡し、これらを2台のPCと2台のPLCとで通信しながら、自動化のために各信号やセンサ、アクチュエータを制御しています。面取り加工の機構として、切削工程の刃物の切り込みと送り機構に剛性と精度を検討しながら、3つの刃物により1工程で3辺のエッジを面取りすることができます。また、材料を加工するときは固定し、位置決めするときには移動させる自動化機構を独自に考え、材料を回転テーブルにより回転させる機構と、材料を固定させるチャッキング機構にオリジナルのアイデアを盛り込んで工夫して設計製作しました。1工程で3辺のエッジを面取りすることで作業効率の向上とタクトタイムの低減につながるようにしました。

ユーザである現場の作業者が使いやすいように、現品票をバーコードリーダで読めるようにして、ディスプレイの画面上に作業工程の指示と現在の処理数の状況、次の手順の指示や警告が表示されて、使用者が使いやすくヒューマンエラーを防止するように考えてユーザインターフェースを設計しました。

自動加工機なので、安全対策を第一に考え、面取り加工はフルカバーの装置の中で行われ、インターロック付きの扉と2か所の非常停止ボタンを配置して安全対策をしました。

訓練（指導）のポイント

本開発課題は、生産システム系3科の学生17名によるワーキンググループ学習であるため、それぞれ個別の技術指導のほかに、グループミーティングを重視しチームワークとリーダーシップを発揮できるようにしました。実習の初期は、創造的開発技法の授業でブレインストーミング法を用いてアイデアを出し合い、企業見学や企業の方々とのディスカッションと各種実験を繰り返して試行錯誤で効果的な方法を考え装置設計し、仕様を決定しました。実習中期は、工程管理をしながら、それぞれの各担当について進捗管理しながら連携して取り組みました。装置が出来上がってきた後期は、組み立て調整により装置の精度や性能向上に努め、改善点や改良点をグループ内で話し合い情報共有しながら取り組むようにしました。また、企業の方々からの意見やアドバイスをいただきながら装置の完成度を上げました。構内における構想発表会、動作確認発表会で発表し、企業との打ち合わせを繰り返し、プレゼンテーション力を向上させました。最終は、ポリテックビジョンと企業発表会にて発表し、ご意見をいただき、1年間の取り組みの成果を報告書にまとめます。

開発物の仕様

項目	内容
装置寸法[D x W x H]	760 x 820 x 1445 [mm]
対応材料	鉄鋼材料 (SS, SC 材)
対応材料サイズ	X: 20~140 [mm] Y: 20~140 [mm] Z: 9~50 [mm]
面取りの大きさ	C0.1~1.0 [mm]
タクトタイム	1170 [秒]
成功率	100 [%]

使用機器

3 D C A D (DS SolidWorks・Solid Works2015)

2 D C A D (AUTODESK・AutoCADMechanical2016)

P L C (MITSUBISHI・FX2N)

シングルボードコンピュータ (Raspberry Pi 財団・Raspberry Pi)

参考文献

自動面取り装置の開発

グループ 3

生産機械システム技術科

生産電気システム技術科

生産電子情報システム技術科 ○

1. はじめに

本装置の開発テーマを頂いた株S社では、エッジを削り角面などの形状に加工する面取り加工を手作業で行っている。その場合、加工量が多いため作業員の拘束時間が長くなる点や、単純作業になりやすくヒューマンエラーの発生等の問題が生じている。そこで、作業効率の向上及びヒューマンエラーの改善を目的とした自動面取り装置の開発に取り組んだ。

2. 装置仕様

今回開発した装置の要求仕様と目標仕様を表1に示す。対応材料について、S社では加工材料における鉄の割合が全体の48%、ステンレスの割合が全体の15%と鉄の割合が大きいため、対応材料を鉄とした。また、目標仕様の対応材料サイズで全体の25%(鉄の51%)に対応することができる。タクトタイムは、面取り加工の切削条件を満たすために適した時間を設定した。

表1 要求仕様及び目標仕様

項目	要求仕様	目標仕様
装置寸法[D×W×H]	600×1000×1500[mm]	760×820×1500[mm]
対応材料	ステンレス・鉄	鉄
対応材料サイズ	なし	X: 20 ~ 140 [mm] Y: 20 ~ 140 [mm] Z: 9 ~ 50 [mm]
面取りの大きさ	C0.1~1.0	C0.1~1.0
タクトタイム	手作業と同等程度	400s
成功率	97%	97%

3. 装置の概要

本装置は、検査部と加工部の2つに分かれている。本装置の外観図を図1に示す。また、本装置の動作フローを図2に示す。

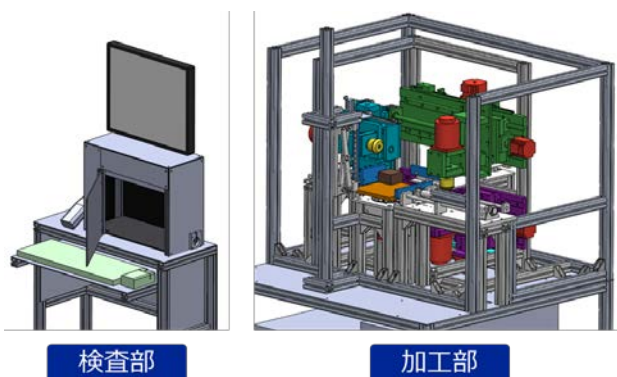


図1 外観図

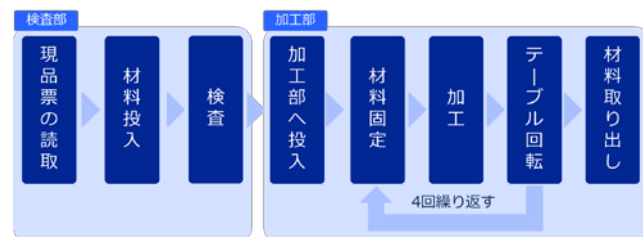


図2 動作フロー

3. 1 検査部

S社が用いている現品票を読み込み、データベースから加工情報を取得する。その後、加工材料の画像処理を行い、取得した情報と加工材料の寸法の整合性を確認する。

3. 1. 1 画像処理部

加工材料を暗室内にセットし、暗室内の上部と側部にセットしたカメラを用いて測定を行う。上部のカメラは加工材料の縦幅と横幅を測定し、側部のカメラは加工材料の高さを測定する。

加工材料の画像を取得する際、フォーカスを設定して画像を補正する。その後、取得した画像をHSVカラーモデル中の明度に変換し、しきい値を設けて二値化する。例として、二値化前と二値化後の画像を図3に示す。しきい値は材料のサイズによって異なるため現品票から得た加工情報を基に変更し、測定を行う。



図3 二値化前と二値化後の画像

3. 2 加工部

1工程に3辺を面取り加工する機構を設計、製作した。検査部で取得した加工情報を基に、加工部PCでモータの移動量を計算し、PLCへ送信する。加工材料をエアシリンダで固定後、横2辺、縦1辺の面取り加工を行い、加工材料を90°回転させる。

この一連の流れを4回繰り返すことにより、12辺全ての面取り加工を行う。1工程に面取りをする個所を図4に示す。

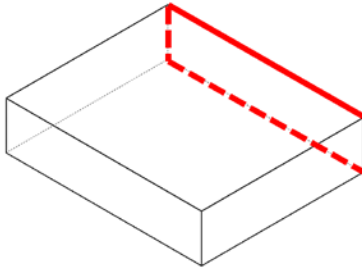


図4 1工程の面取り箇所

3. 2. 1 チャッキング部

切削する面を基準面に合わせ、加工材料を固定する機構。エアシリンダとクロスリンク機構を用いて基準面に加工材料を合わせ、エアシリンダにより加工材料が切削時に動かない様に固定する。奥側の基準面を逃がした後に切削を行い、切削終了後、ステッピングモータを用いてテーブルを90°回転させる。チャッキング部機構を図5に示す。

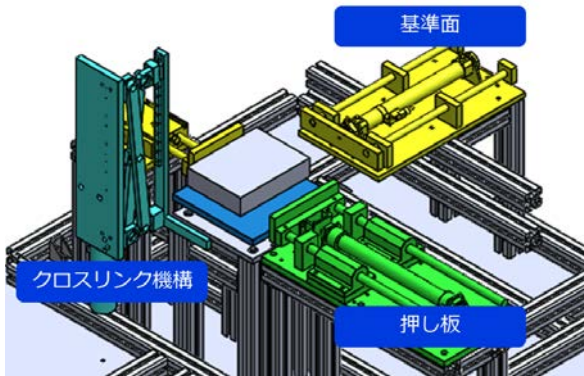


図5 チャッキング部の機構

3. 2. 2 切削部

加工材料の面取りを行う機構。1工程で3辺を面取りすることで、作業工程数を減らしている。送り量調整の駆動はステッピングモータを使用し、加工情報を基にモータの移動量を可変させタクトタイムの短縮を行う。機構の剛性を高めるため、送り部にはリニアガイドを二つ使用した。また、工具回転部の接合には、ほぞ継ぎを用い部品の接触面積を増やした。切削部機構を図6に示す。

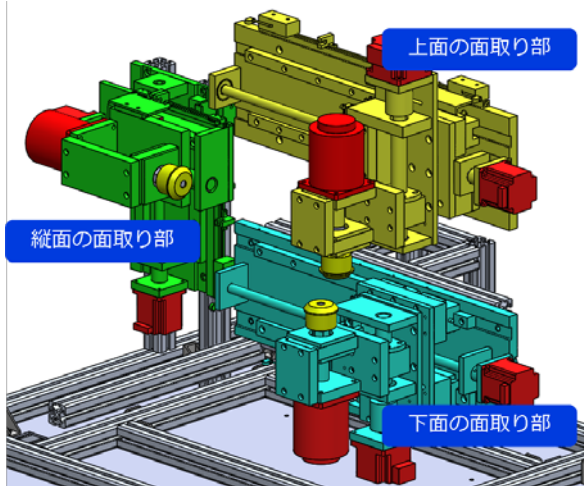


図6 切削部の機構

3. 3 システム構成

図7に全体のブロック図を示す。

検査部と加工部のPCの連携は、ソケット通信を用いている。加工部のPCとPLCは、RS232C規格によるシリアル通信を用いてデータの送受信を行う。

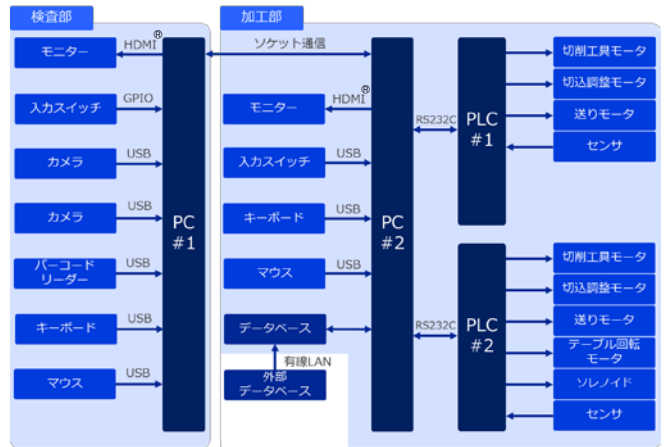


図7 全体のブロック図

4. 性能評価

本装置の性能評価を表2に示す。

装置寸法及び対応材料、面取りの大きさは目標仕様を達成できている。対応材料サイズについては、最小サイズ時と最大サイズ時の調整を行っている。タクトタイム及び成功率については、評価中である。

表2 性能評価

項目	実測値	達成率
装置寸法[D×W×H]	760×820×1445[mm]	100%
対応材料	鉄	100%
対応材料サイズ	X: 20 ~ 140[mm] Y: 20 ~ 140[mm] Z: 9 ~ 50[mm]	80%
面取りの大きさ	C0.1~1.0	100%
タクトタイム	1170s	35%
成功率	100%	100%

5. 開発費用

本開発における予算額と使用した費用を表3に示す。

表3 開発費用

	予算額	執行額	残高
生産機械	¥635,000	¥690,539	¥-55,539
生産電気	¥510,000	¥451,937	¥58,063
生産電子情報	¥105,000	¥103,470	¥1,530
合計	¥1,250,000	¥1,245,946	¥4,054

6. おわりに

今回の開発では、全てのエッジの面取りを一連の動作で自動的に行う装置を製作することができた。

面取りを自動化する装置は数少なく、小山市の各企業から多くの需要を期待できる。今回開発した装置により、製造の作業効率を向上し、社会に貢献できることを望む。