

課題情報シート

テ ー マ	ピン自動挿入機の開発		
大 学 校	東海職業能力開発大学校		
ホームページ	www3.jeed.or.jp/gifu/college/		
電 話 番 号	0585-34-3601（学務課・学務援助課）		
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	村上 雅洋 椎葉 彰 高本 浩司		

開 発（制 作）年 度 ・ 期 間

2017 年度 ・ 12 カ月

（内訳）仕様決め：3 カ月、要素試作：2 カ月、設計：2 カ月、製作：5 カ月

開 発（制 作）学 生 数

12 名

（内訳）機構設計・加工・組み立て：4 名、PLC による制御：2 名、

ユーザーインタフェース制作：1 名、制御盤設計：1 名、通信プログラム：2 名、画像処理：2 名

習 得 し た 技 能 ・ 技 術

ピン自動挿入機の開発を通して「ものづくり」の全工程を行うことにより、複合した技能・技術及びその活用能力（応用力、創造的能力、問題解決能力、管理的能力等）を習得しました。具体的には、解析を主体とした製品設計技術、モータ制御技術、画像処理技術等を複合的に活用した製品製造技術、製品設計製造情報のドキュメント作成及び管理技術などを習得しました。

開 発（制 作）の ポ イ ン ト

減速機製造企業から開発を依頼されたテーマです。減速機の組立工程において、人が行う外枠にピンローラを挿入する作業を自動化し省力化することを目的に開発を行いました。

外枠を縦置きにセットし、溝 1 ピッチ分ずつ回転させながら、マガジン部に 32 本セットした供給部からピンローラを掴み、持ち上げ、溝位置へ下ろし挿入していきます。外枠の回転機構は外枠を乗せるローラ部がステッピングモータにより回転し、摩擦により回転力を伝達しています。ピンローラの掴み機構には空気圧による吸着（バキューム）機構を、ピンローラの移動機構や供給部のシャッターにはエアシリンダを採用しています。また外枠が回転していくと、挿入したピンローラが落下していくため、C型の押さえを外枠内部に挿入し、落下を防いでいます。ピンが正しい位置に挿入したかを挿入ごとにカメラ撮影により画像処理で判断し、誤挿入の場合はランプやブザーで作業者に知らせます。またカメラ調整用のソフトを開発し、作業環境の変更でもすばやくカメラの再調整できるよう

にしています。

仕様で決めた開始ボタン操作から 110 秒以内で挿入が完了することができました。

訓練（指導）のポイント

企業担当者と学生達が設計開発の打ち合わせを定期的に行い、双方の要望や疑問点を話し合いながら仕様を決め、進捗状況報告などを行いました。また実際に工場作業者が外枠にピンローラを挿入する様子を見学し、作業分析を行いました。これらを通して職業観や開発の意義、意欲を高めました。

このテーマは、応用課程3科の技能・技術をバランスよく活かせるように、各科の学生が習得している基本要素を積み上げ、さらに応用的な要素を含むものとなっています。また、単年度で完成させる作業ボリュームになるよう企業と協議しました。考えられる手法が多く、実験、検証の繰り返しにより適切な手法を見つけ出す課題となっており、チーム全員にやるべき作業が明確に与えられる課題となっています。その中で技能・技術を追求し、新たなことに挑戦する技術的難易度が高いものとなっています。

開発物の仕様

項目	内容
寸法 (mm)	幅 1010×高さ 1780×奥行き 880
対応外枠	1 品種 ピンローラー32 本
挿入時間	110 秒以内
外枠の取り付け方向	縦置き

使用機器

開発において使用した機器等（機器名・メーカー・型番）

単動シリンダ（TAIYO・7Z-2RSHSK6N5-G2）、ガイド付き複動シリンダ（ミスミ・MGCLB12-10）
複動シリンダ（CKD・SSD2-L-40-150-T3WH-D）、真空発生器（日本ピスコ・VGH10E-66-DC24L）
5 相ステッピングモーター（オリエントアルモーター・PKP543N18A2-TS20）、プログラマブルコントローラー（三菱電機・FX3U-64MT/ES）、タッチパネル（ミスミ・PLCP-GX7-08-DC-R）、PC ボード（ラズベリー・パイ財団・Raspberry Pi 2[®]）、拡散反射型光電センサ（オムロン・E3Z-L61 2M）、距離設定型光電センサ（キーエンス・LR-ZH500N）、ボードカメラ（The Imaging Source・DMM42BUC03-ML）

参考文献

FX3S・FX3G・FX3GC・FX3U・FX3UC シリーズ マイクロシーケンサユーザーズマニュアル 位置決め制御編 三菱電機
FX シリーズ マイクロシーケンサユーザーズマニュアル 通信制御編 三菱電機

ピン自動挿入機の開発

東海職業能力開発大学校 応用課程
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

サイクロイド減速機（図 1）は，モーターの回転速度やトルクの調整を行う減速機の一つで，滑らかな転がり接触により，少ない減速段数で高い減速比が得られるという特徴を持つ．

サイクロイド減速機の外枠（図 2A）の溝には，曲線板の回転の補助のため，多くのピンローラー（図 2B）が挿入されている．現在はこれを作業者が手作業で行っており，手間のかかる作業となっている．

私たちは，愛知県の減速機メーカーと共同で，この挿入作業を省力化する自動機の開発を行った．

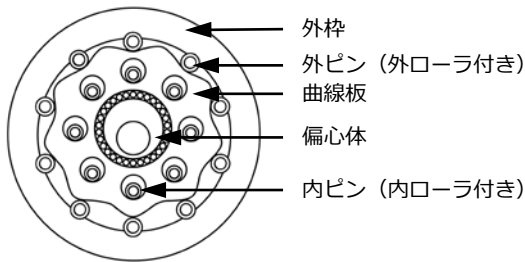


図 1 サイクロイド減速機の断面図

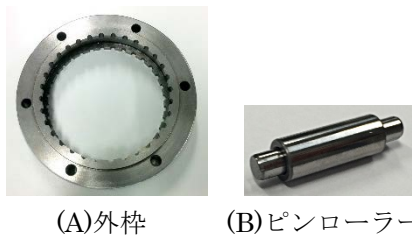


図 2 サイクロイド減速機の外枠とピンローラー

2. 装置の概要

装置の全体図を図 3 に，仕様を表 1 に，システムの構成を図 4 に示す．

作業者は，あらかじめ 32 本のピンローラーを用意して，取り外し可能なマガジンに充填しておく．次に装置に外枠とマガジンを取り付け，ボタン操作で装置を始動させる．

始動後，装置はピンローラーを 1 本ずつ供給し，

吸着・挿入機構によって外枠最下部の溝に挿入する．挿入後，外枠最下部を撮影し，ピンローラーが正しい位置に挿入されていることを画像処理で検査する．検査結果が正常ならば，外枠を溝 1 ピッチ分回転させる．これを繰り返し，すべてのピンローラーが外枠の溝に挿入されたら完了のブザーを鳴らす．

挿入完了後，作業者はピンローラー固定用のスポンジを外枠に挿入し，装置から外枠を取り出す．

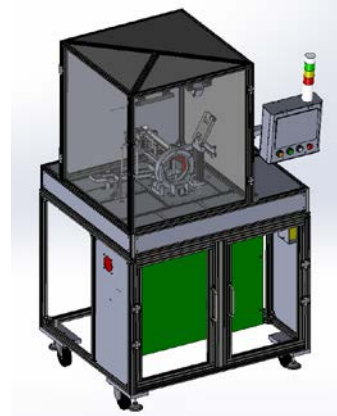


図 3 装置全体図

表 1 仕様

項目	仕様
寸法	幅 990 mm 高さ 1500 mm 奥行き 865mm
電源	AC 100 V
組立て時間	外枠 1 個あたり 110 秒
ピンローラー充填本数	32 本

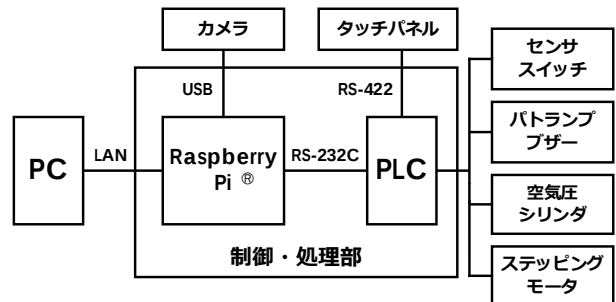


図 4 システム構成図

3. 技術要素

3.1. 外枠回転機構

外枠回転機構（図 5）は、ピンローラーが 1 本挿入されるごとに外枠を溝 1 ピッチ分回転させる。天板下部に取り付けられたステッピングモータが、タイミングベルトを介して駆動側ローラーを回転させ、外枠と従動側のローラーもそれに従って回転する。また、光電センサを用いて 1 ピッチ分回転したことを検知している。

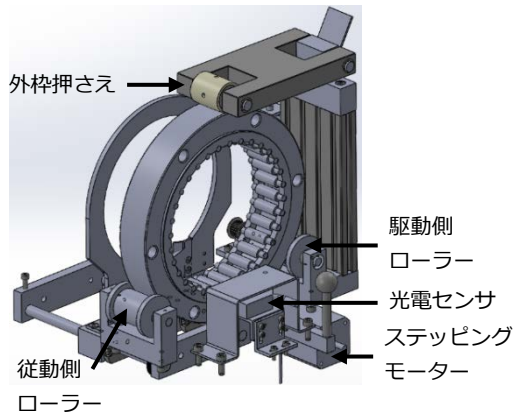


図 5 外枠回転機構

3.2. 供給機構と吸着・挿入機構

供給機構（図 6A）は、ピンローラー32 本（外枠 1 つ分）を装填することができるマガジンと、ピンローラーを 1 本ずつ送り出すためのゲートからなる。ゲートの駆動には空気圧シリンダを使用している。

吸着・挿入機構（図 6B）は、供給されたピンローラーを真空吸着して保持し、2 本の空気圧シリンダ（上下方向・前後方向）を用いて外枠の溝に挿入する。

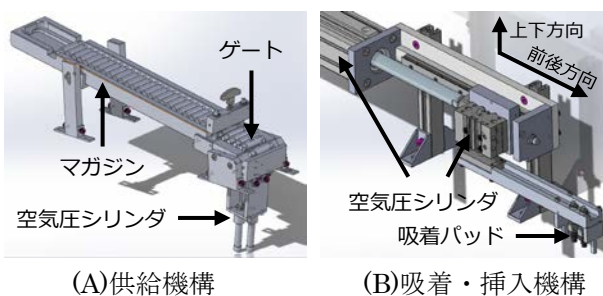


図 6 供給機構と吸着・挿入機構

3.3. ピンローラー挿入後の検査

ピンローラー1 本の挿入ごとに、正しい位置に挿入されているかを画像処理によって検査している。

外枠の回転誤差を考慮し、溝の位置を検出した後、その位置にピンローラーが挿入されているかを調べる。溝の位置の検出では輪郭検出を行って座標を計算し（図 7A）、ピンローラーの検出では曲面上の反

射により明るくなっている部分をテンプレートマッチングによって検出している（図 7B）。この一連の処理を Raspberry Pi®に行わせている。

検査時の照度を一定に保つため、機構を半透明の亚克力板で覆い、内部に LED 照明を設置している。

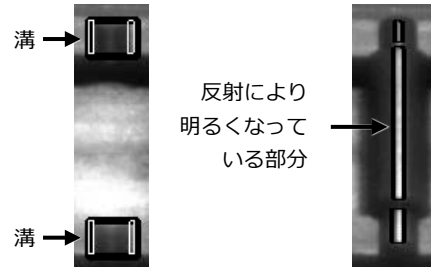


図 7 画像処理の結果

3.4. インタフェース・通信

図 4 に示すように、操作は主にボタンスイッチで行い、タッチパネルに進捗や指示が表示される。また、LAN で PC と接続することにより、Windows®アプリケーションを使用してカメラ等の調整・動作確認を行うことができる。

PLC - タッチパネル間、PLC - Raspberry Pi®間は、それぞれシリアル通信を行っている。Raspberry Pi®内では通信、カメラ制御といった複数のアプリケーションが動作しており、それらに加えて上記の Windows®アプリケーションが協調して動作する必要がある。そのため、ミドルウェア Redis®を利用した Publish/Subscribe モデルによる通信を採用し、ネットワーク構成の単純化および通信処理の共通化を行っている。

4. おわりに

愛知県の減速機メーカーと共同で、サイクロイド減速機の外枠へのピンローラー挿入作業を自動化する装置を開発した。

今後の課題として、作業者の手間をさらに削減すること、装置による挿入作業の所要時間を短くすることがある。前者については、ピンローラーを組み立ててマガジンに充填する作業や、挿入完了後にピンローラー固定用のスポンジを外枠に挿入する作業に自動化の余地がある。また、後者が実現できれば生産能力の向上が見込める。これらの課題を達成し、装置の完成度を高めたい。