

標準課題『ゼネバ機構を用いた円テーブルによる自動選別搬送装置』課題の取り組み

関東ポリテクカレッジ 生産機械システム技術科
(関東職業能力開発大学校)

山下
神野

忠・大澤
豊・羽賀

剛
馨

1. はじめに

応用課程においては、即戦力となるような学生育成を目的に、多くの実践的教育訓練が行われている。1年次においては、この実践的教育訓練の柱となる実習課題の1つとして、標準課題の製作実習が設定されている。

応用課程が本校に設置され、平成13年度より「自動選別搬送装置」を課題として実施している。この標準課題を通しての目的は、課題に対する正確な理解力・設計・加工・組立・制御・調整などの各分野における実力を必要な水準にまで到達させ、自らが主導してものづくりを行える実践能力を伸ばすことを目標としている。そのため、自らが考えることを盛り込み応用力を高めることができること、そして、2年次で行う開発課題につなげられるよう設計の要素を織り込むよう課題を設定した。課題は、設計が進めやすいよう基準となるゼネバ機構により90度ごとに回転する円テーブルを各グループ共通として提示、製作、他の供給部、判別部、選別部は、設計仕様に基づき各グループ工夫を凝らして設計、製作することとした。このことにより、設計時導入が、混乱なく行えるようにしている。

2. 課題概要

本課題は、ワークを厚み方向の寸法で良・不良判別をするとともに、アルミと鋼の材質により選別・

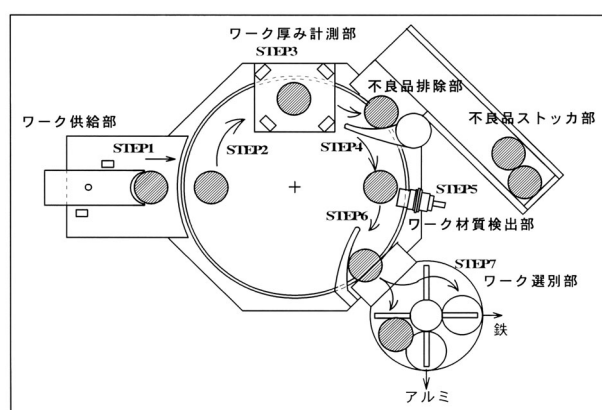


図1 自動選別搬送装置モデル構成

仕分けを自動的に行うものである。

図1にモデルとした自動選別搬送装置構成を示す。装置は、ゼネバ機構により90度間隔で回転、停止を繰り返す円テーブルと、この円テーブル停止ポイントに配置されたワークの供給部、厚み計測部、材質検出部、不良品除去部、選別部などにより構成されている。

3. ワーク仕様

ワークの仕様を図2に示す。材質は鋼とアルミニウムの2種である。ワーク高さが、15mm、14mm、16mmの3種類があり、ワーク高さ15mmを良品とし、ワーク高さ14mm、16mmを不良品としたが、計測工程をさらに難しいものにして、より課題を工夫させるため、15mm、14.5mm、15.5mmに平成16年度より変更している。

この自動選別搬送装置は、ある自動化ラインの一

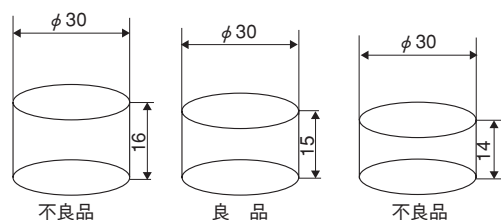


図2 ワーク仕様

部として考えているため、ワーク6個が常にワーク供給部にあることを前提に考えることにしている。このワーク6個の中の良品、不良品の個数は任意とし、供給部上のワーク6個の中には必ず良品、不良品が各1個以上あるものとしている

4. 装置仕様

装置は、課題動作が行えるように、各グループで協議して設計・製作をする。

各部は次のように考えることにした。

- ① 供給部には、ワーク6個以上がストックできるようにする。
- ② 厚み計測は、円テーブル上のワークを計測する。
- ③ 材質検出は、円テーブル上のワークを計測する。
- ④ 不良品排除部は、円テーブル上のワークを不良品ストック部に排除する。
- ⑤ 不良品ストック部は、銅、アルミ別なく6個以上のワークを格納することができる。
- ⑥ ワーク選別部は、良品ストック部に良品の銅、アルミを分けて選別する。良品ストック部の格納個数は、銅、アルミともに6個以上のワークを格納することができる。

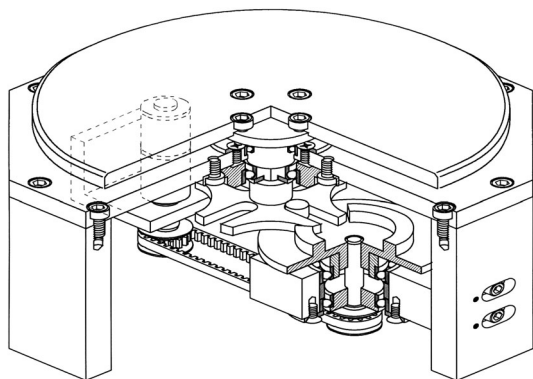


図3 円テーブル構成

これらの装置、PLC、電源、操作パネル等は、t6mm×W500mm×D600mmのアルミ板上に配置する。これは、自動化ラインに組み込む一部として考えているためである。

図3に各グループ共通で製作する円テーブル構成を示す。直流モータ駆動によるゼネバ機構を用いた円テーブルとした。

5. 制御部構成

コントローラは、PLC（入力16点、出力16点）を各グループともに用い、SFC（シーケンシャル・ファンクション・チャート：状態遷移図）により制御プログラムを作成することにした。各部の制御は、この入出力合計32点のPLCですべて行うこととして、増設は認めないこととした。

また、運転切換スイッチ（セレクトスイッチ）を設け、次に示す3種類の運転パターンが行えるようにした。

（1 サイクルテスト）

試験用に1個のワークについて最初の供給工程から最後の選別工程までの1連の動作を行う運転モードである。

（1 サイクル連続）

上記の1サイクルテストを繰り返し行う運転モードである。テーブルもしくは選別部で処理されているワークは常に1つであり、不良品として排除される。

（4 個同時処理連続）

テーブルが90度回転するたびに1個のワークが供給され、テーブル上では3個の選別部を合わせると4個のワークが同時に処理される。

6. 日程と報告書

進め方は、各グループ内で次のような担当を決めて進めることにした。

プロジェクト・リーダー

サブ・リーダー（報告書、発表会担当）

サブ・リーダー（資材管理担当）

機械部製作リーダー
機械部資材管理リーダー
制御部製作リーダー
制御部資材管理リーダー

報告書の内容は次のようにまとめることにした。

- ① 表紙（作品の全体を表すように作成）
- ② 各グループ員名および各担当
- ③ 各グループで製作した課題の概要と全体構成
- ④ 装置の特徴と動作
- ⑤ 各部装置設計の考え方
- ⑥ 機械部構成
- ⑦ 制御部構成
- ⑧ 操作方法
- ⑨ 取り組みの方針と状況
- ⑩ 組立図
- ⑪ 部品図
- ⑫ 加工工程表
- ⑬ 制御回路と配線図（電源回路，アクチュエータ回路，入出力回路など）
- ⑭ PLC割付
- ⑮ PLCプログラム
- ⑯ 部品および材料リスト
- ⑰ まとめ

まとめは，全体でのまとめと各自でのまとめを添付することにして，各自の取り組んだ経過を振り返り，今後の課題を整理するようにした。

標準課題の進めた日程について，図4に示す。

また，限られた時間であるため，各グループで日程を考慮して，無理のないようにきちんと日程を組み，進めるようにした。

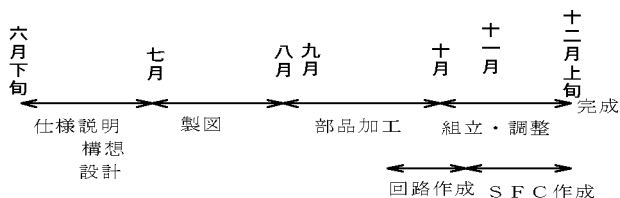


図4 標準課題の進めた日程

7. 評価

評価は，次の項目について検討して評価をするようにしている。

- ① 課題の完成度
- ② グループ学習の役割度
- ③ 製作課題仕様の理解度
- ④ 設計・製図
- ⑤ 部品加工の熟達度，および作業の進め方
- ⑥ 組立・調整の進め方
- ⑦ 操作盤の製作，配線等の作業の進め方
- ⑧ PLC回路の完成度

特に，設計，製図，加工，制御技術が個人ごとにどこまで向上したかを判断して今後を進めていかなければならないために，この点を重視して評価をすることにしている。

8. 製作作品

平成18年度，各グループで製作した作品について次に示す。

① 回転円板による自動整列供給機構を用いた自動選別搬送装置

装置構成を図5に示す。ワークの整列，供給，搬送，選別，格納部等から構成されている。

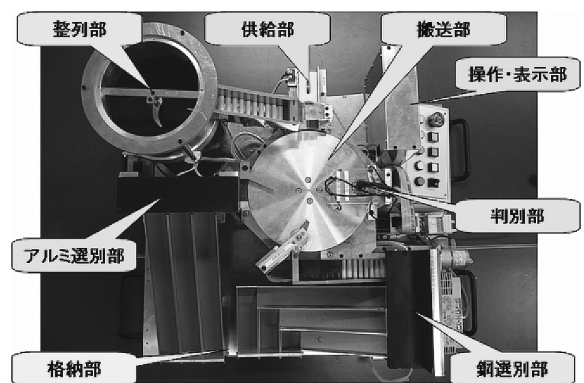


図5 自動整列供給機構装置構成

整列・供給部は，円板を回転させることにより，ワークを整列させ，回転円板から一列に整列されたワークを揺動スライダクランク機構で，円テーブル

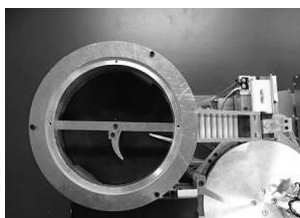


図6 整列・供給部



図7 選別部



図8 格納部



図9 操作・表示部

へ供給する（図6 参照）。

選別部、格納部は、判別結果により、Pullソレノイドに取り付けた爪を上下させ材質の選別を行う。格納部への高さ選別もPullソレノイドに取り付けた爪を上下させベルトによってワークを送り格納する（図7、図8 参照）。

表示器は、判別されたワークを材質と高さ別に判別処理数を表示している（図9 参照）。

判別部では、材質判別を近接スイッチの検出距離の差を利用し、高さ判別では円テーブル上でワークを光電スイッチの投光側と受光側の間を通過させることで、高さを判別できるようにしている。

② 2つの揺動スライダクランク機構を用いた2個同時供給排出による自動選別搬送装置

装置構成を図10に示す。作業時間の効率化から、揺動スライダクランク機構を2カ所設置し、2個同

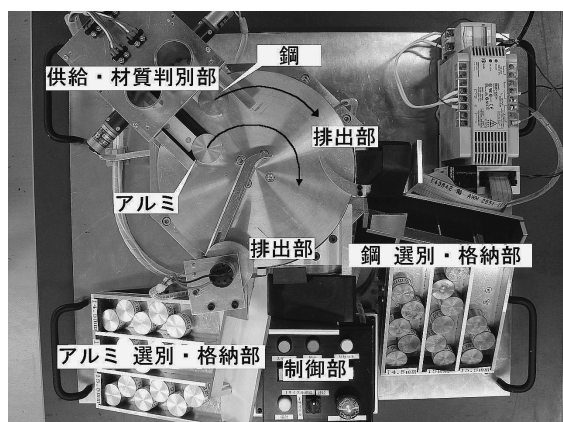


図10 揺動スライダクランク機構装置構成

時供給排出する構成にしている。また、供給時に材質を判別して円テーブルの外側に鋼、内側にアルミを押し出す。供給されたワークはアルミと鋼、それぞれテーブル上の長い爪と短い爪によって排出され、ゲート式高さ選別によって格納部へ高さ別に良品、不良品（14.5mm）、再加工可能な準不良品（15.5mm）の3つに選別される。

供給部構成を図11に示す。供給・材質判別部は、ワークを円テーブル上に押し出すために揺動スライダクランク機構を設け、アルミは円テーブル内側に、押し出し量73mm、押し出し時間1.5秒、鋼は円テーブル外側に、押し出し量35mm、押し出し時間0.7秒で押し出す。また、下部に近接スイッチを設け、材料が落下すると同時に材質判別を2個同時に行う。

図12に排出部構成を示す。排出部は、円テーブル上にあるアルミ排出用の長い爪と鋼排出用の固定式の短い爪を設け、長い爪は、揺動スライダクランク機構により可動、鋼は固定式の爪の誘導する方向に円テーブルの回転を利用して排出され、アルミはテーブルの中心よりに供給されているため、固定式の爪を通り抜けて可動式の爪によって排出される。

格納部では、ゲートを用意し、ワークがそれぞれの高さにあったゲートに落ちて選別・格納される。

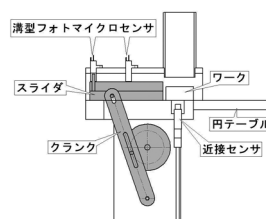


図11 供給部構成

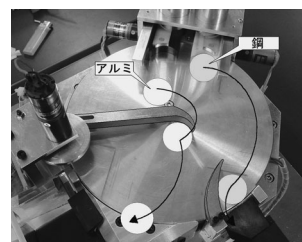


図12 排出部構成

③ 2段テーブルを用いた4個同時ワーク選別による自動選別搬送装置

装置構成を図13に示す。同時4個選別を可能にするために円テーブルを2段にし、効率と速さを考えた構造となっている。

供給部の選別ワークストッカ構成を図14に示す。重量の違いを利用した天秤機構により材質を判別し、選別爪を用いて4箇所にワークを供給する。

格納部構成を図15に示す。ワークを多く格納する

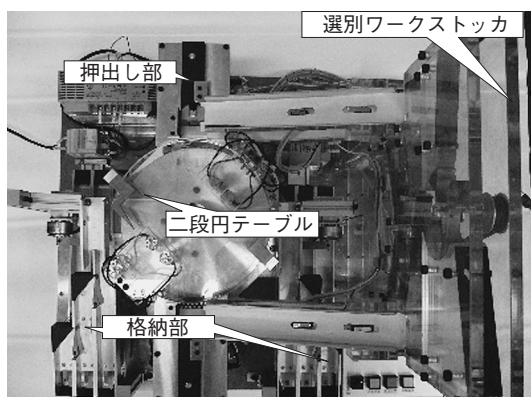


図13 4個同時ワーク選別装置構成

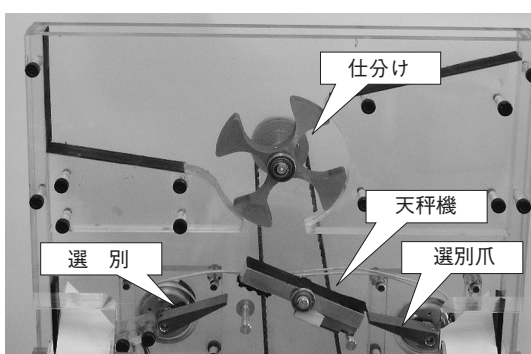


図14 選別ワークストッカ構成

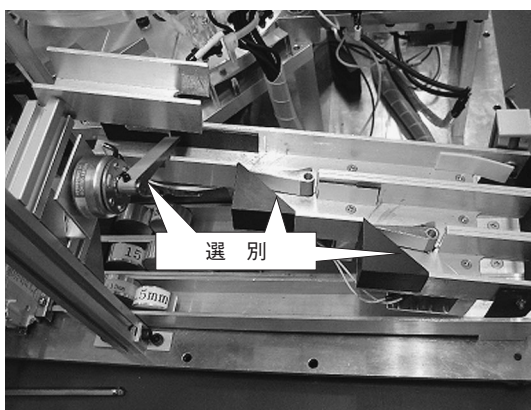


図15 格納部構成

ため、2段構造となっている。

銅とアルミ、それぞれが2個同時に円テーブルから排出されるため、1段目の円テーブルから排出されたワークを一定時間止め、2段目から排出されたワークを先に格納してから、1段目のワークを送り出す構造で、格納上部に選別爪を設けている。

④ マイクロメータヘッドによる精密可動式ゲートを用いた自動選別搬送装置

装置構成を図16に示す。供給部では3個のワーク

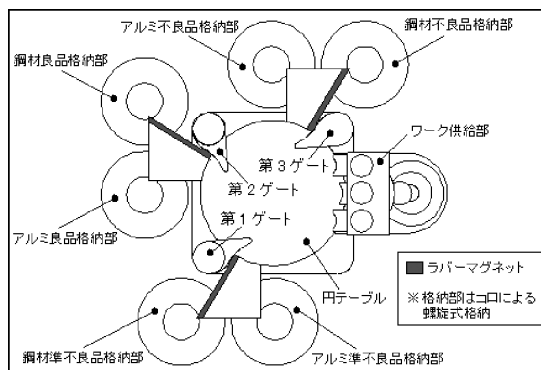


図16 精密可動式ゲート装置構成

を同時供給する。円テーブル上では3種類のワーク高さを選別するゲートを備え、第1ゲートで準不良品を選別し円テーブルから排出する。ワークは円テーブルと格納部をつなぐレールを滑り落ちながら、磁石により材質判別され格納される。第2ゲートでは良品を選別し、第3ゲートで不良品を排出する。装置に異常があった場合には、作業者に音と光で知らせ、一時停止するアラーム機能を備えている。

供給部構成を図17に示す。リニアクラック機構を採用し、3個のワークを同時に供給する。

高さ選別部は、高さ調整できる可動式ゲートを採用した。マイクロメータヘッドにより高さ調整できる構造である。

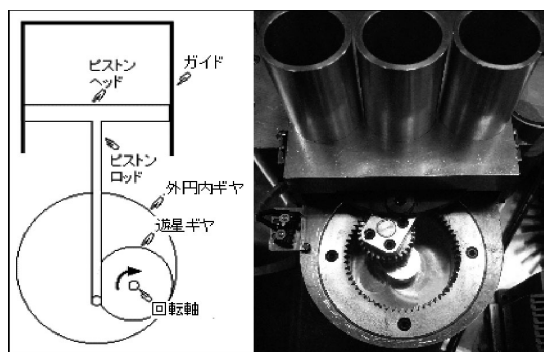


図17 供給部機構

高さ選別から格納まで、連続的に流れてくるワークを正確に・速く材質を判別し格納部へ渡すために、円テーブル上から排出されたワークが、格納部へとレールを滑り落ちるなかで、銅が磁石に引き寄せられながら判別される。

格納部では、多くのワークを格納できるように螺旋形状となっている（図18参照）。

表示器は、PLCとの通信によりH8マイコンで制御、装置の動作と操作指示とワーク格納個数を表示している（図19参照）。

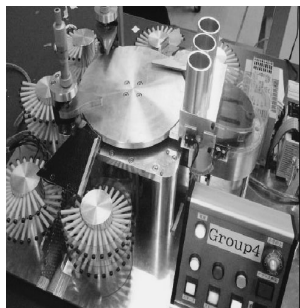


図18 格納部



図19 表示装置

9. 考察

『ゼネバ機構を用いた円テーブル』を共通基準として各部を設計、特に90度ごとに止まる位置をどのように活用するかによって装置の発想が大きく違うため、学生作品で紹介したように多様な装置ができたものと考えている。各装置の特徴をまとめてみると次のように考えられる。

①では、回転円板でワークが整列されて円テーブルに供給される。

②では、クランク機構によりワークが供給されるが、供給時に材質を判別して円テーブルの外側に銅、内側にアルミが押し出される。

③では、ワークの重量の違いを利用した天秤機構を用いて材質を判別し、選別爪を用いて4箇所にはワークを供給、そして、円テーブルを2段にしている。

④では、供給部で3個のワークを同時供給、円テーブル上に設けたマイクロメータヘッドで高さ調整できるゲートによって選別し円テーブルから排出する。ワークは格納部をつなぐレールを滑り落ちながら、磁石により材質判別され格納される。

これらの装置は、共通に用いる 15.8min^{-1} のDCモータで回転するゼネバ機構の動作であるため、回転数を上げて効率を高めることができない。そこに制限されたなかの創意工夫が生まれたものと考えている。限定されたなかの自由度は、十分に発想を鍛えるために有効であり、どのように装置を開発するの

か具体的な考え方が理解でき、十分に開発課題につなげることができたものと考えている。

10. おわりに

今回の標準課題では、課題仕様を提示、これに基づいた『自動選別搬送装置』を各グループ工夫して設計・製作を行った。円テーブルは組立図を渡し、それに基づいてはめあい、仕上げ面粗さを考えて、部品図を描き製作した。設計を何もない状態から進めるとなると限られた時間の中では難しいものと考えられる。

しかし、円テーブルを各グループ共通としたため、標準課題の前に実施した精密加工応用実習（組立図だけを与えて部品図にし、はめあい、仕上げ面粗さ等を自ら考えて記入して、そのとおりに加工して完成の後に自らが評価することを行っている）の延長線上で進めることができるために、円滑に作業に入っていくことができ、作業が進行するに従い、グループ作業が円滑に流れて各部の設計に取りかかることができたものと考えている。

また、供給部、選別部を各グループで設計するという自らが考えなければならないという自由度を持たせたことにより、各グループで創意工夫が見受けられた。特に『ゼネバ機構を用いた円テーブル』であるため、90度ごとに停止する円テーブル上の位置をどのように活用するかによって装置の発想が大きく違い、多様な装置ができたものと考えている。これにより、設計の考え方が標準課題を進めながら理解させることができたものと考えている。このことは、本格的に開発設計を行う開発課題につなげられるものと考えている。

ただし、標準課題への学生の思いが強いためか、開発課題の設計では標準課題のメカニズムから抜けきれない傾向があり、標準課題で用いたメカニズムを使いたがる傾向が見受けられる。

今回の課題では、設計、加工、組立・調整、制御までの一連の装置を製作するまでが理解でき、開発課題へ十分につなげることができたものと考えている。