

近隣企業の生産工程自動化装置の開発事例

北海道ポリテクカレッジ
(北海道職業能力開発大学校)

村田 光昭・廻 文広・中村 典正・瀧田 大亮
山口 力・遠藤 和芳・恩田 邦夫

1. はじめに

北海道職業能力開発大学校（以下、本校と略す）では、学生への教育・訓練のみならず、地域企業との受託研究・共同研究や技術相談などを通して、広く地域に貢献できる学校となるよう努めているところである。

この報告では、本校近隣の銭函工業団地内で排水用のポリエチレン製パイプを製造する東洋化工(株)（以下、T社と略す）からの技術相談を契機に、本校生産技術科、生産機械システム技術科、生産電子システム技術科、生産情報システム技術科に属する教員と、T社社員とで行った共同研究の成果を紹介する。

2. 開発の経緯

T社で製造する暗渠排水用パイプは、4mの長さを1本とし、この一端にパイプ延長用のソケットを圧入した状態で出荷している。この製造ラインにおいて、原料となるポリエチレンの溶融、成型、冷却、切断、ソケットの圧入、パイプの結束（パイプの直径により数本から数十本）までの工程は、ほぼ自動化されている。しかし、別工程で製造したソケットを圧入機に装填する工程と、最終の外観検査の工程が、まだ作業員の手作業となっており、これを自動化したいとの相談を受けた。

そこで平成18年度は、前者の自動化について「ソ



図1 ソケット（φ60mmパイプ用）

ケット圧入方向識別装置の開発」と題して、共同研究で取り組むこととした。

図1が直径60mmのパイプに圧入するソケットの写真である。ソケットの外径は約80mm、長さ200mm、重さ約30gで、図の左側をパイプに圧入する。この外観上の違いは、左右の溝の数と配置で、現状は作業員がソケットの圧入方向を目視で識別・整列して、ソケット圧入装置へ装填している。また、ソケットは別棟の工場で製造しており、製造後、整列などを行わず、1ロット（約200個）をビニール袋に入れて圧入工程へ移動している。そのため、自動化装置には、乱雑に袋詰めされたソケットを1個ずつ取り出し、方向を識別し、圧入装置へ1個ずつ送り出す、という機能が要求される。

なお、T社で製造しているパイプ径は、50、60、80、100、125、150、200mmの7種あるが、開発対象は主力製品である60mm専用とする。また、前工程で1本のパイプ製造に要する時間は約30秒で、この

時間内にソケットの取り出し、方向の識別、圧入装置への送り出しの処理が終了できればよい。

3. 開発装置の概要

開発システムでは、ソケットの方向判別よりも、未整列の大量のソケットから1個ずつ取り出すことの方が難しく、さまざまな機構の試作を行い、最終的に図2のような構成となった。各部を簡単に説明する。

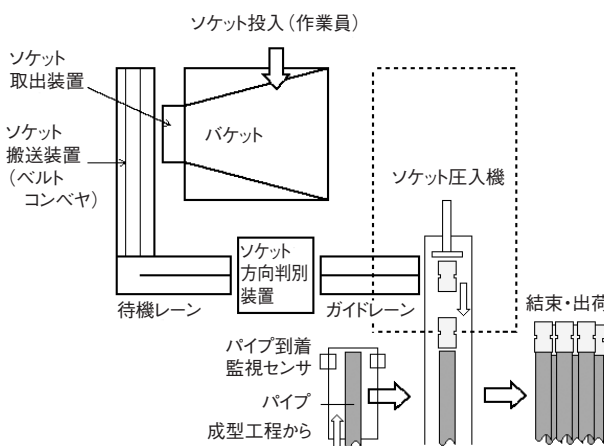


図2 装置の構成概要

① バケット

ソケットの一次ストック用の容器で、ソケットを約200個格納できる。

② バケットコンベヤと搬送コンベヤ

バケット内からソケットを取り出す装置で、1回の取り出し個数は3個以下（通常1ないし2個）となるようなしくみになっている。取り出したソケットは、搬送コンベヤ上で一定向きに整列する。

③ 待機レーン

ソケットの二次ストック用のレーンで、ソケットを最大7個格納する。

④ ソケット方向判別装置

ソケットの圧入方向を識別・整列して待機し、光電スイッチによりパイプの到着を検知すると、ソケットを圧入機へ送り出す。

装置の外観写真を図3に示す。

ここで、バケット部は、金属または樹脂製であれ

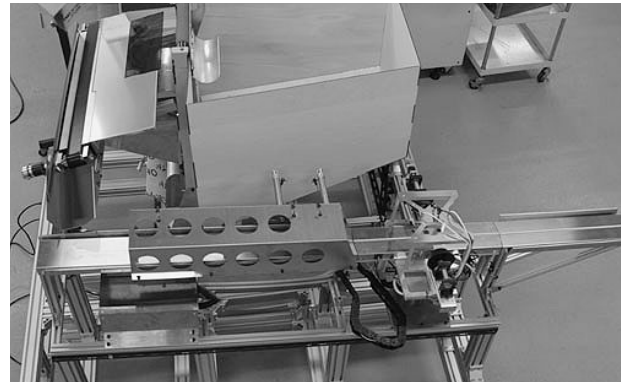


図3 装置の外観写真

ばよかったのであるが、このような大型容器を本校内で製作する設備がなく、4mm厚の合板材を使用した。他は、ステンレス、アルミニウム、アクリル樹脂などを使用し、加工の大半を本校機械設備を使用して行った。

次章では、紙面の制約もあり、読者が興味を引くであろう機構部を中心に説明する。詳しくは文献(1)を参照願いたい。

4. 各部の機構

4.1 バケットからのソケットの取出し

図4のような機構で、乱雑に投入されたバケット内からソケットを取り出す。

バケット側面に縦に取り付けられたバケット・コンベヤ（図5上側）には、半円形のアームが取り付

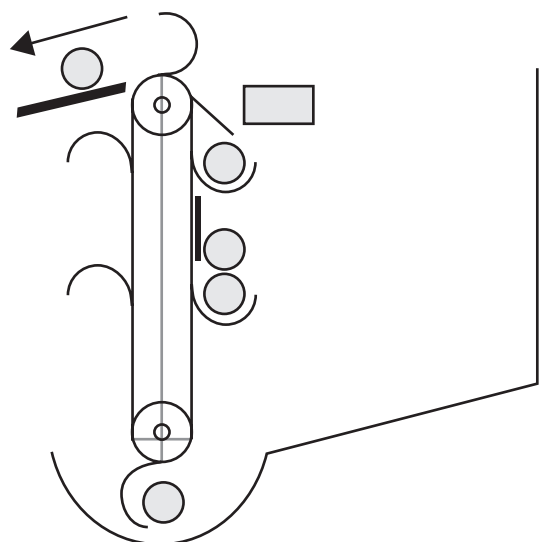


図4 ソケット取出し装置



図5 バケット内部と取り出し用アーム

けられており、これでソケットをすくい上げる。

このとき、アームにはさまざまな形態でソケットが乗ることになる。例えば、

- (1) 横向きで、1ないし2個乗る
- (2) 縦に乗る
- (3) 複数個が重なって乗る

などである。

この装置では、(1)の場合のみを取り出し、(2)や(3)のような場合には、アームの上部に取り付けたリジエクションプレートが、コンベヤ上端で跳ね上げをすることで、ソケットをバケット内に落とすようにしている(図6)。

また、図6右側のガイド板は、次に説明する搬送用コンベヤの機構上、アームの左端に寄ったソケットを中央部へ寄せるためのものである。

この機構により、ソケット取り出し用のコンベヤからは、横向きで1ないし2個のソケットが取り出されるので、これを図7のように搬送コンベヤに乗せる。

バケットコンベヤはACモータで、搬送用コンベヤはDCモータで駆動している。

搬送コンベヤ上のソケットは、次に待機レーンに移動する。この移動は、自然落下である(図8)。

待機レーンには、最大7個のソケットをストックする。待機レーンにも傾斜がつけられており、ソケットは自然落下で移動する。

待機レーンには空気圧シリンダによる2つのスト

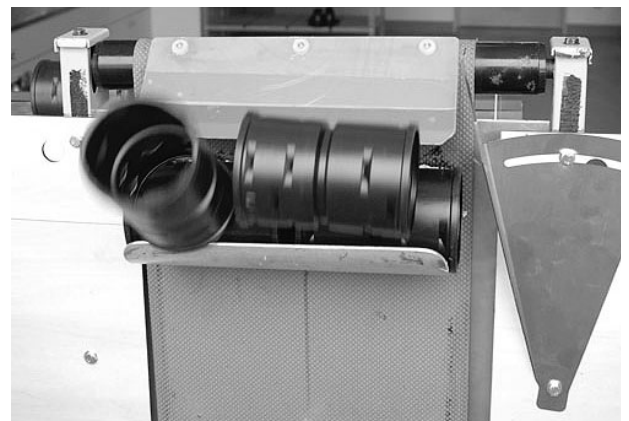
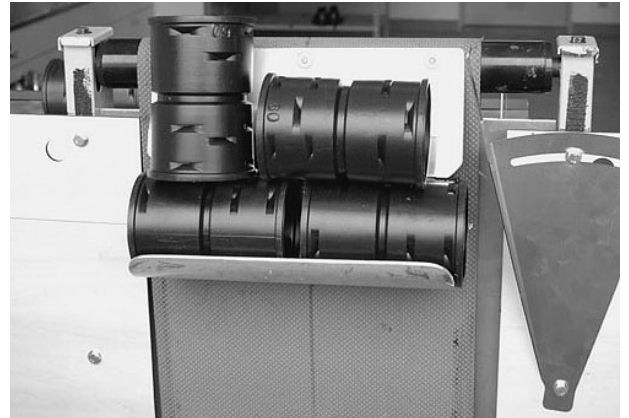


図6 重なったソケットや異方向で乗ったソケットをバケット内に戻す機構

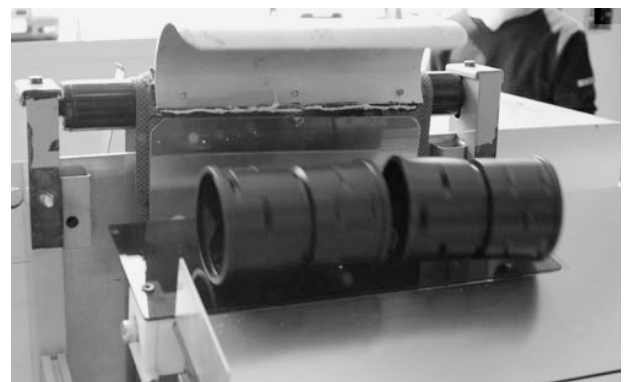


図7 ソケットを取出し搬送用ベルトコンベヤへ

ップが取り付けられており、ソケット方向判別装置へソケットを1個ずつ送り出す。

また、レーンの3ヵ所にソケットの有無を検出する光センサが取り付けられており、ソケットのストックの個数に応じて、バケットコンベヤ・搬送コンベヤの起動/停止を行う。

4.2 ソケットの方向判別

ソケットの方向判別は、赤外線LEDとフォトトラ



図8 搬送用ベルトコンベヤから待機レーンへ

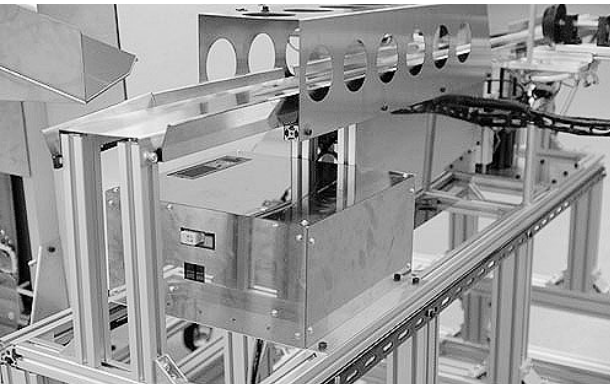
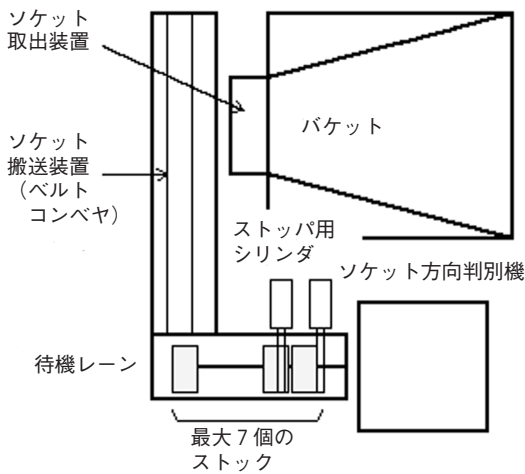


図9 待機レーン

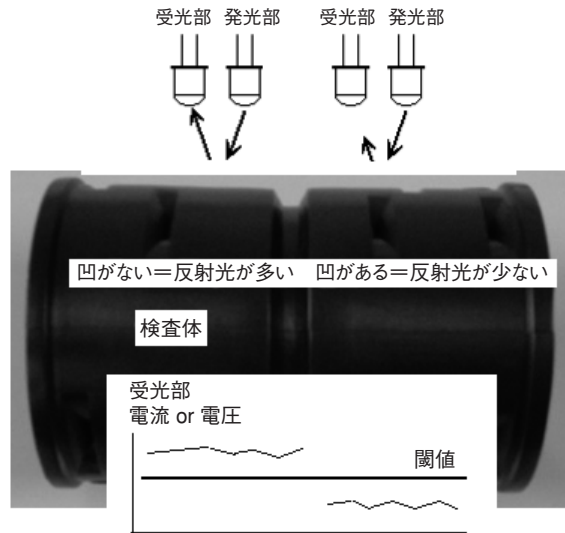


図10 光学式凹部判別の原理

ンジスタを用いた非接触型のセンサを用いて行っている。この方法を図10に示す。

発光部の赤外線LEDの光は、ソケット表面に当たって反射し、受光部のフォトトランジスタに戻る。ソケットは、中央の溝を境に、一方には凹部があるが、もう一方にはなく、凹部のない面では反射光は多く、凹部があると反射光は少なくなる。この反射光量の差を利用して、凹部の有無、すなわちソケットの方向を判別している。

ソケット方向判別装置の機構を図11に示す。

ソケットは、図11左の待機レーンから、右へガイドに沿って流れてくる。ガイドはソケット中央部の溝の深さ（約4mm）に収まるような凸構造となっている。なお、ソケットの流れは、装置全体の傾斜（約5°）による自然落下である。

流れてきたソケットは、ターンテーブル上のストップ（後部：図の右側）で止められ、同時にテーブル上のソケット有無検出用センサ（しくみはソケッ

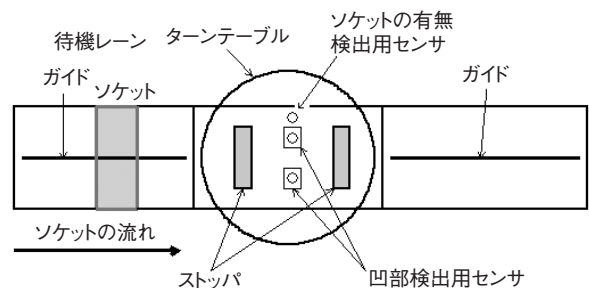


図11 ソケット方向判別装置の構成



図12 待機レーン(左側)とソケット方向判別部(右側)の全景

ト凹部検出用光センサと同じ)によって、テーブル上にワークが乗ったかどうかを検出する。

次に、ソケットをテーパ（図13）で挟む。なお、テーパ部は、図11では省略している。

表面の凹みを検出するため、テーパで挟んだソケットをDCモータで回転させながら、前述した凹部検出用光センサでソケット表面の凹部の有無を検出する（図16）。

これにより、ソケットの方向が判別できるので、判別後、正方向の場合はそのまま、逆方向の場合は

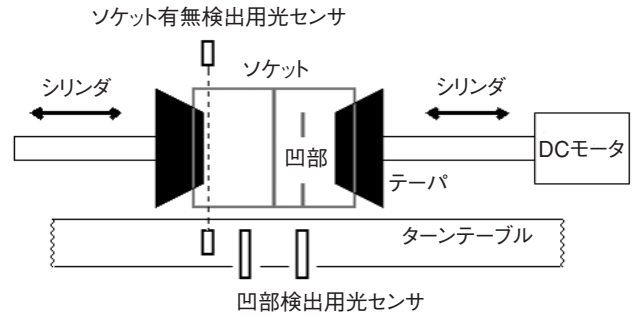


図13 ソケットの保持と回転

ソケットを保持したまま、ターンテーブルを180°回転させ（図17）待機する。

パイプの到着をセンサで検出すると、ストップを下降させ、テーパを引き下げることで、ソケットはガイドの下方（圧入機）へ流れる。

5. 装置の制御

上述したすべての制御は、マイコン（H8/3048F）により行っている。PLCを使用することも候補にあ

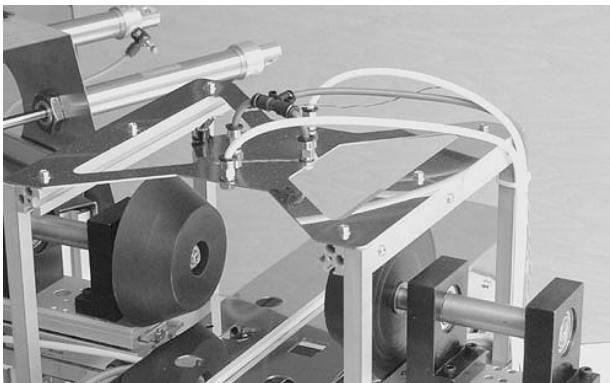


図14 テーパ部



図15 テーブル下部のフォトセンサ

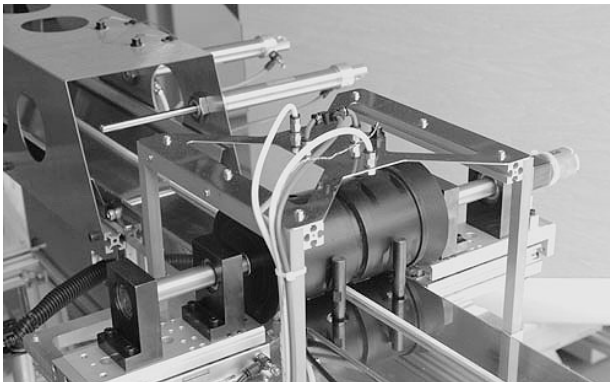


図16 ソケット表面の凹部の検出

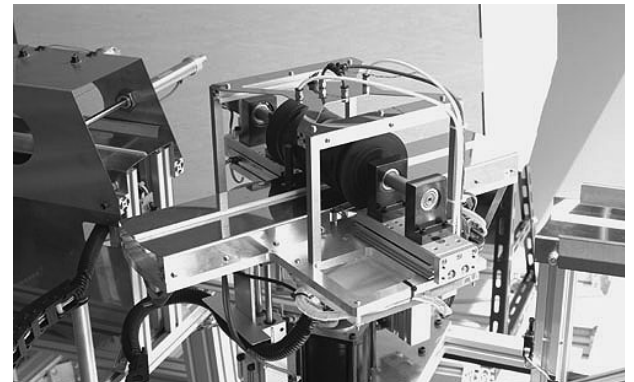


図17 ソケットの方向転換

がったが、信頼性はPLCとは変わらず、安価であること、扱いに精通していること、などからマイコンを使用することにした。

電子回路構成を図18に示す。マイコンの入出力は、電磁弁など出力25ビット、センサなど入力11ビットである。ソフトウェアは、アセンブラによる起動ルーチンとC言語による制御ルーチンとで記述されており、C言語プログラムのステップ数は約500行となった。

6. おわりに

この装置は2007年6月よりT社工場内で試運転を開始し、現場で生じる各種問題を解消しながら改良を進めているところである。

当校教員にとっては、地元企業へ貢献することができたとともに、大いに勉強もさせていただいた。

最後に、当初計画納期から大きく遅延しながらもご理解、ご協力をいただいたT社工場長の田端一朗氏を始め、関係各位にお礼を申し上げます。

<参考文献>

- (1) 平成18年度共同研究報告書（平成19年3月）

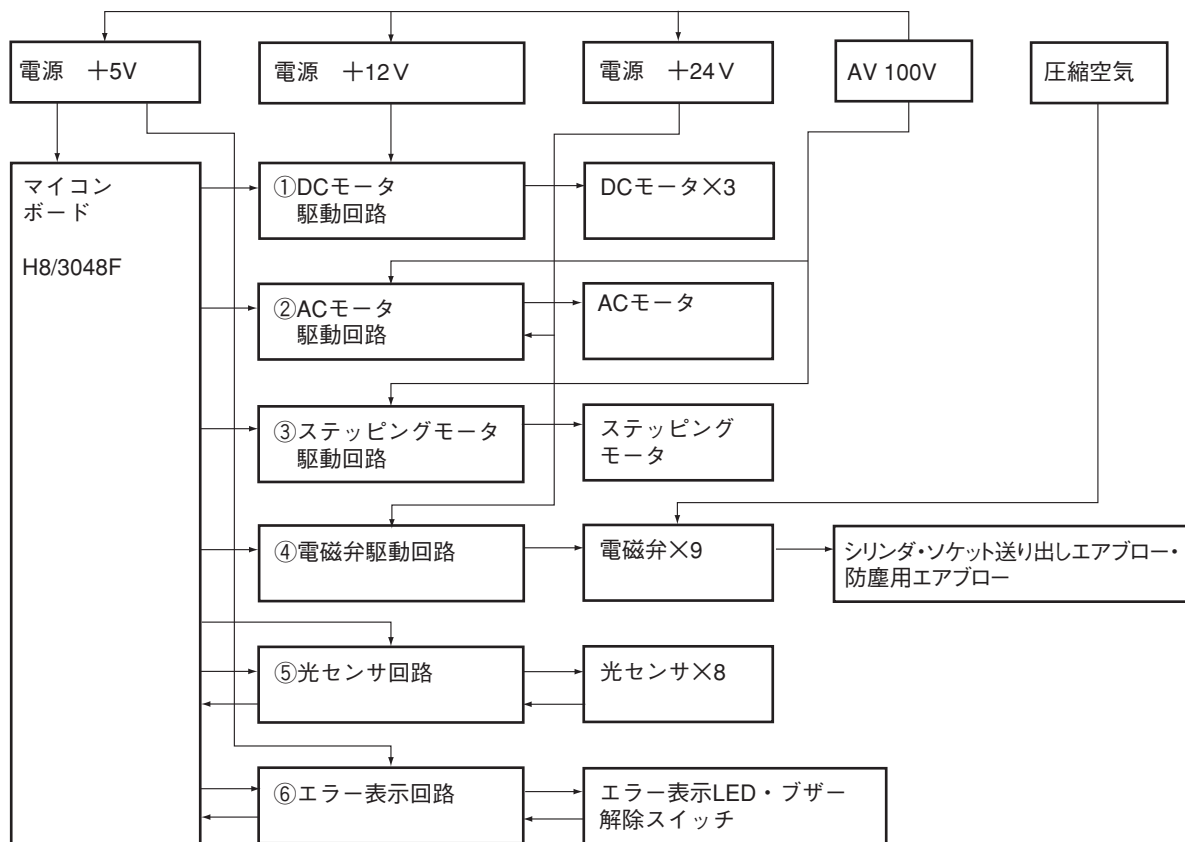


図18 装置の電子回路構成