

## 課題情報シート

テーマ名 :	ボールねじ機構を用いた簡易クレーン装置の製作				
担当指導員名 :	櫻井光広、城本秀人、海原崇人、 南川英樹	実施年度 :	24 年度		
施設名 :	職業能力開発総合大学校 東京校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	生産技術科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	2	時間 :	12 単位 (216h)

### 課題制作・開発のポイント

#### 【開発（制作）のポイント】

ハンドの開閉機構は、モータによるワイヤーの巻取りでハンドが閉じ、ワイヤーを巻戻すとバネの復元力によりハンドが開く機構としました。ワイヤーについては、金属製のものも検討しましたが、プーリに沿って巻取りがしやすい点を考慮してナイロン製のものを選びました。ただ、それによって、ハンドが閉じているのに更にワイヤーを巻取り続けると、ワイヤーが切れてしまう問題が生じたため、ワイヤーが切れるのを防止するためにトルクリミッターを製作して設置しました。

#### 【訓練（指導）のポイント】

装置のほとんどの部分は3次元CADにより設計させますが、ハンド部の構造については、はじめに厚紙を使って簡単な試作・検討をし、3次元CAD設計に移行しました。また、本装置ではアームをX-Y方向に移動させるため、ボールねじ機構を2つ用いています。そのうちの「アーム+ボールねじ機構」全体を移動させるボールねじ機構においては、ボールねじ駆動部（モータ+ボールねじ）およびガイドの設置位置を、実際に駆動させた結果を基に決めました。

### 課題に関する問い合わせ先

施設名 : 職業能力開発総合大学校 東京校  
住所 : 〒187-0035 東京都小平市小川西町 2-32-1  
電話番号 : 042-341-3331 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/tokyo/college/>

### 課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

# ボールねじ機構を用いた簡易クレーン装置の製作

生産技術科 精密機械コース

## 1. はじめに

総合製作実習に取り組むにあたり今までに学んできた機械精密加工や機構学、シーケンス制御などの様々な技術を活かしたいと考えた。

そこで、『対象物を把持して、所定の位置まで運ぶクレーン装置』をコンセプトに、ボタン操作でアームを移動させ、シーケンス制御によりアームの上下運動およびハンドの開閉、原点復帰により対象物を搬送する簡易クレーン装置を製作することとした。

## 2. 製作するクレーン装置の概要

### 2.1 概略設計

三次元 CAD ソフトにより全体構想図を作成した。作成した構想図を図 1 に示す。

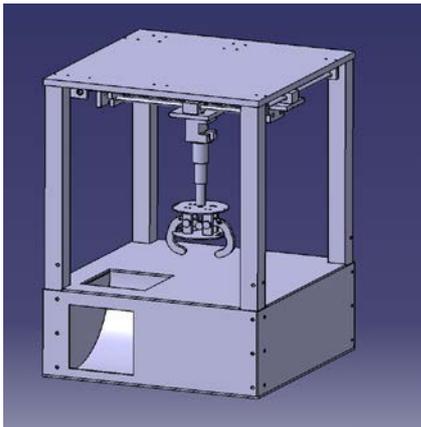


図 1 簡易クレーン装置の全体構想図

また、装置を構成する各部の材料については以下のようにした。

①アームを移動させる X, Y 軸はアームやモータなどの荷重がかかるため S45C を使用する。

②ハンドは加工し易い材料としてプラスチック樹脂で製作する。

上記以外の本体などは加工のし易さ、強度を考慮してアルミで製作することとする。

### 2.2 仕様

〔仕様 1〕ハンドで掴む対象物の大きさ  
寸法 50mm×50mm×50mm、重さ 50g までとする。

〔仕様 2〕アームの移動範囲  
対象物の取り出し口を原点とし、X 方向に 250mm、Y 方向に 200mm、Z 方向に 100mm とする。

〔仕様 3〕動作の流れ

①点滅しているボタン 1 が押されている間 X 軸方向にアームが移動する。

②点滅しているボタン 2 が押されている間 Y 軸方向にアームが移動する。

③ボタン 2 が離された時点で、Z 軸方向にアームが下降し、ハンドを閉じ、アームが上昇し、原点復帰し、ハンドを開く。

## 3. モータの選定

アームの X - Y 方向の駆動は、ボールねじ機構により行う。ボールねじは、モータにより駆動されるから、そのためのモータを以下の負荷トルク計算式により選定した。

$$T_L = \left( \frac{FP_B}{2\pi\eta} + \frac{\mu_0 F_0 P_B}{2\pi} \right) \times \frac{1}{i}$$

F :  $F=mg$   $\mu$  運動方向荷重[N]、 $\mu$  : 摩擦係数

$F_0$  : 予圧荷重[N] ( $\approx 1/3 \times F$ )

$\mu_0$  : 予圧ナットの内部摩擦係数 (0.1~0.3)

$\eta$  : 効率 (0.85~0.95)

i : 減速比

$P_B$  : ボールねじのリード[m/rev]

各パラメータ値は以下のようにした。

$m=5.0$                        $\mu=0.2$

$P_B=0.002$                    $\mu_0=0.2$

$\eta=0.6$                        $i=0.6$

上記の式に各パラメータ値を代入して得られた負荷トルク値は、

$$T_L \approx 0.00901 [\text{N} \cdot \text{m}]$$

である。この値をもとに選定したモータの仕様を表 1 に示す。なお、ハンドの上下動作 (Z 軸) に用いるモータは X, Y 軸のモータを参考に決めた。

表 1 X、Y 軸および Z 軸のモータ仕様

	X, Y 軸	Z 軸
定格電圧[V]	24	24
トルク[N・m]	0.0098	0.127

## 4. X - Y 軸直動部の製作

X 軸および Y 軸直動部は、アームの移動をスムーズにするためにボールねじを使用しているが、各軸にはアームやモータなどの荷重がかかるため、各軸

のボールねじの隣にはガイドを設置した。

X-Y軸直動部を図2に示す。

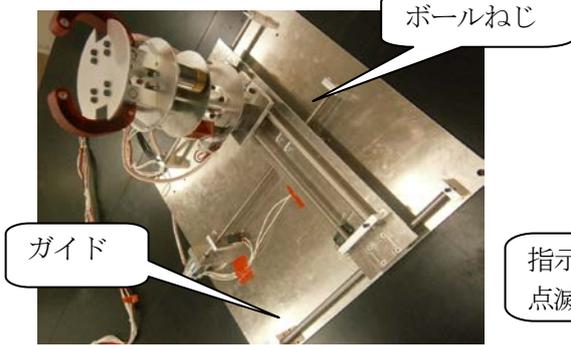


図2 X-Y軸直動部

## 5. Z軸動作部およびハンドの開閉機構の製作

### 5.1 Z軸動作部の製作

Z軸動作(ハンド部の上下動作)は、ハンド部をワイヤーで吊るし、ワイヤーをモータで巻取り・巻戻すことで実現することとした。このとき、前後左右の振れを抑えるために、ハンドの可動範囲にあわせて伸縮する入れ子型の筒状ガイドを製作し、その中にワイヤーを通した。これにより、ワイヤーの巻取り・巻戻しに応じてハンド部を含めたアーム全体が上下動作する。

### 5.2 ハンドの開閉機構の製作

天板とハンドはバネで連結され(図3参照)、そのバネで引っ張られることでハンドが開いた状態となっている。さらに、2つのハンドは中央で(図3A点)軸により結合されている。その結合部にワイヤーを取り付け、ワイヤーをモータで巻取することでハンドが閉じ、ワイヤーを巻戻すとバネの復元力によりハンドが開く機構となっている。このとき、ハンドが開いているのにさらに巻取りを続けると、ワイヤーが切れてしまうためトルクリミッターを設置している。ハンドの開閉機構を図3に示す。

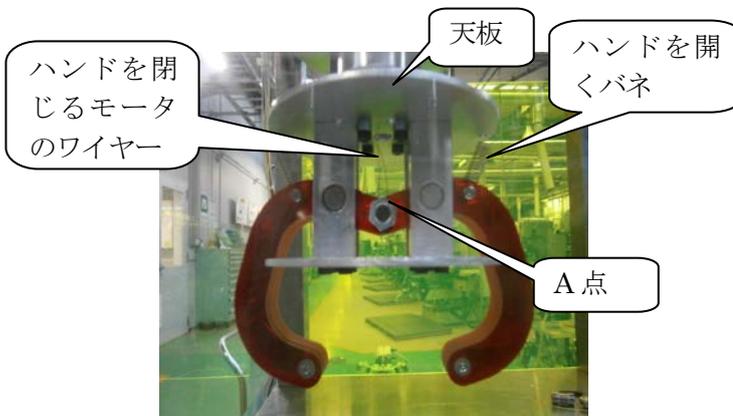


図3 ハンドの開閉機構

## 6. 動作制御部の製作

簡易クレーン装置の一連の動作はシーケンス制御により制御する。

アームの可動範囲、上昇および原点復帰させる動作にはリミットスイッチを用いている。また、ハンドの降下とハンド開閉は所要時間を設定することで制御している。

シーケンス制御盤を図4に示す。

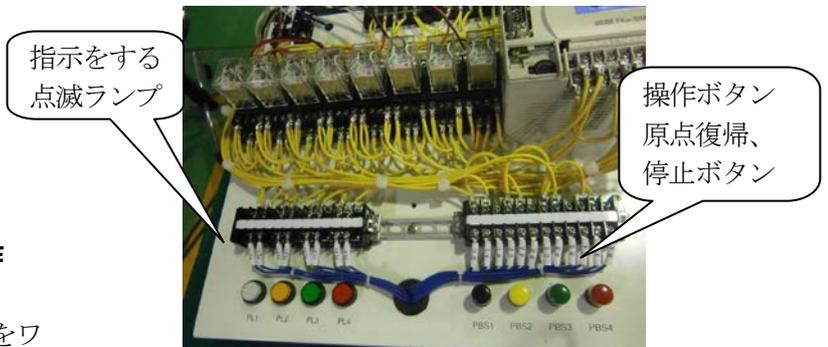


図4 シーケンス制御盤

## 7. クレーン装置の外観

完成したクレーン装置の外観を図5に示す。



図5 完成した簡易クレーン装置

## 8. おわりに

ボールねじ機構を用いた簡易クレーン装置が完成し、仕様を満たす一連の動作をさせることができた。

しかし、アーム部分は設計通りに対象物を掴むことができるようになってきたが、アームの可動範囲が設計より小さくなってしまった。設計に十分な時間をとる必要があった。

また、完成後Y軸のボールねじのたわみ量が0.5mmであることがわかった。たわみ量が大きいので、ガイドを太くするかガイドの数を増やすなどして、たわみを減らす必要がある。本来たわみの想定もあらかじめする必要があった。

# 課題実習「テーマ設定シート」

科名：生産技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		ボールねじ機構を用いた簡易クレーン装置の製作	
担当教員		担当学生	
<b>課題実習の技能・技術習得目標</b>			
<p>物体把持機構部をボールねじ機構によりX軸方向およびY軸方向へ直動移動させ、さらに、Z軸方向の動作も加えて、物体を任意の位置から所定の位置まで搬送する簡易クレーン装置を製作します。筐体本体と直動機構部および物体の把持機構の製作を通して、設計技術、加工技術、組立・調整技術を習得することを目標とします。また、物体を把持して所定の位置へ搬送するまでの一連の動作は、シーケンス制御により行いますので、シーケンス制御技術を習得することも目標とします。</p>			
<b>実習テーマの設定背景・取組目標</b>			
<b>実習テーマの設定背景</b>			
<p>直動システムは、NC工作機械や産業用ロボット、製造ライン等における高精度な直線運動を実現する重要な技術の一つです。本テーマの簡易クレーン装置のような物体を把持して搬送するシステムの製作には、その直動システムや物体把持機構の設計・製作、自動化機器を構成するモータやPLCの活用等の知識、技術を必要とします。したがって、本テーマに取り組むことにより、各種産業機械の直線運動部に使われている直動システムの基礎を理解するとともに、総合的なものづくりの能力が身に付きます。</p>			
<b>実習テーマの特徴・概要</b>			
<p>製作する簡易クレーン装置は、ボールねじを用いた直動機構、物体把持機構、シーケンス制御を組み合わせた物体を搬送する装置です。ボールねじ機構により物体把持機構部を任意の位置まで移動させます。物体把持機構としては、スプリングにより2本の爪を閉き、モータにより爪を閉じて物体を把持する構造とします。物体把持機構部の位置を決定した後は、把持機構部の降下 → 爪を閉じて物体把持 → 把持機構部の上昇 → 把持機構部を所定の位置まで移動 → 爪を開いて物体を離すという一連の動作をシーケンス制御により行います。完成後は、動作評価を行い、報告書を作成します。</p>			
No	取組目標		
①	筐体および各機構部の設計においては、3次元CADを用いてモデリングし、要求性能を満たすよう十分な検討を行います。		
②	直動システム、物体把持機構を製作します。		
③	物体把持機構部の直動移動、物体把持および所定の位置までの搬送を実現します。		
④	想定した動作が行われなかった場合には、問題を分析し、その問題の解決に取り組みます。		
⑤	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑥	材料、工具、機器及び部品等については、チェックリストを用いて厳密に管理します。		
⑦	報告書の作成、製作品の展示及び発表会を行います。		
⑧	実習の進捗状況や、発生した問題等については、単独、グループの場合にかかわらず、担当教員へ報告します。		
⑨			
⑩			