

総合制作実習「自動除菌装置の開発」の取組と その教育訓練効果

浜松職業能力開発短期大学校 平良 幹夫

Project of General Production Practice on an Automatic Sanitization Device and its Educational Effects

TAIRA Mikio

要約 浜松市は、製造業の事業所が多く存在しており、ものづくりが盛んな地域である。当校の修了生はこれらの機械製造業の機械設計や機械加工分野へ就職している。浜松職業能力開発短期大学校のカリキュラムには総合制作実習が設けられている。この実習では、ゼロからものを設計・製作することを通して、就職先で求められる一連の業務プロセスを学ぶことができる。今般、生産機械技術科の総合制作実習のテーマとして、一連の流れが体感できるテーマに取り組んだ。そのテーマの内容と教育訓練効果について記す。

I はじめに

昨今のコロナ禍に伴い、より一層衛生面への意識が高まっており、特に感染予防の観点から不特定多数の方が使用したものや部位への除菌が求められている。しかし、除菌したくても量が多いことや、時間がないことも多々ある。そのような背景から、自動で多くの物を簡単に除菌できる装置の開発を総合制作実習のテーマとした。実際にどのような場面でニーズがあるかを調査したところ、幼稚園や保育園などで子供が遊んだ玩具が洗浄しきれていないということが分かった。このような施設で使用されることを想定し、当装置を製作することにした。当装置の製作を通じた教育訓練効果の考察を行う。

水・除菌アルコール・エアーの供給部分を除き、機械的な仕組みによって動作させる構造とした。材料は、主にアルミニウムおよびポリ塩化ビニルを使用し装置の軽量化を図った。

II 除菌装置の仕様

図1に装置の外観を、表1に装置の仕様を示す。当初は除菌のみを行う装置の予定であったが、汚れがあるままで除菌の効果が薄いと考えられ、除菌を行うまでに洗浄、乾燥を行う機能も装置に加えた。

企画・構想段階においては、電気による制御を計画していたが、設計が過度に複雑化する点、および防水対策が必須となる点から方針を変更した。主な駆動部分と、



図1 装置の外観

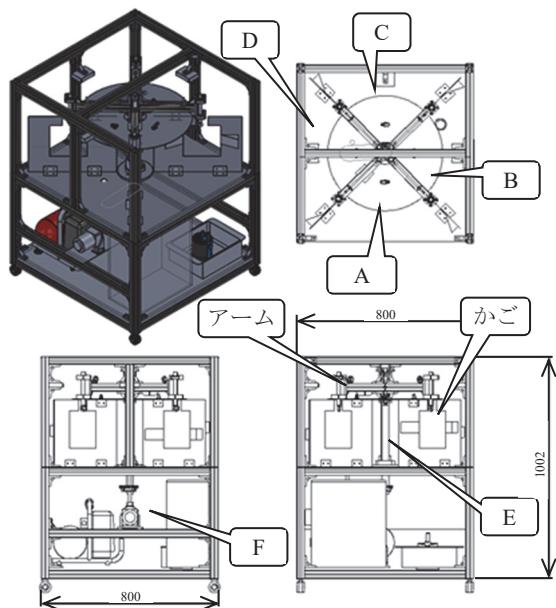
表 1 装置の仕様

装置の大きさ	W800×D800×H1002
装置の重量	重量 約 30kg
除菌対象物	玩具 W120×D120×H100 重量 約 500g 迄
塗布率	99. 9%
消毒液	除菌アルコール

III 装置の仕組み

1 除菌までの流れ

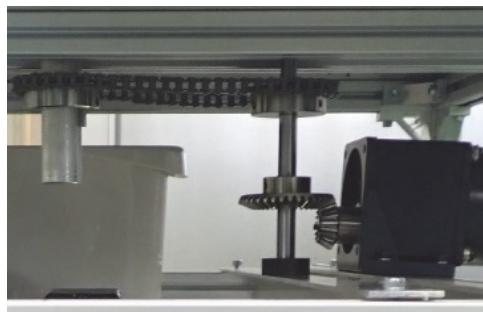
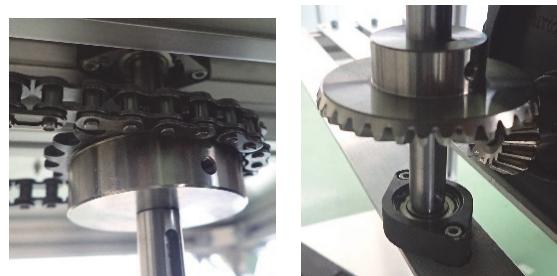
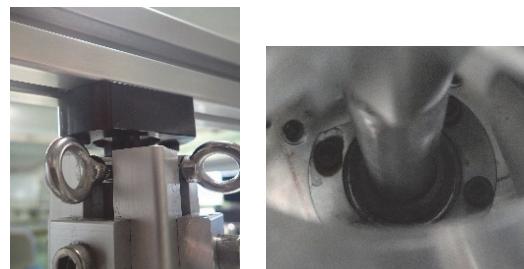
図 2 に装置の構造図を示す。当装置は、内部を 4 つのベース (図 2 の A~D 部) で仕切られている。A 部で、アームに吊り下げられているかごの中に除菌対象物を投入する。除菌対象物が入ったかごが、軸 (図 2 の E 部) を中心に半時計回りに回転し、そのかごが作業ベース B に移動すると水による洗浄作業を行う。次に作業ベース C に移動するとエアーによる乾燥作業を行い、最後に作業ベース D で除菌アルコールを噴射し除菌作業を行う。

**図 2 装置の三面図とベース等の位置**

2 駆動機構

軸 E の回転は、F 部に設置されているモータや歯車、チェーン、スプロケットを用いて行う。モータからの回転を伝達する歯車には、垂直方向への変換が必要なため、かさ歯車を用いた。かさ歯車からの回転を軸 E に伝

える部分には、確実な伝達ができる点でチェーンを採用した。図 3 に駆動部の機構を示す。モータには速度調節スイッチが付いており、簡単に速度調整が行える。また、軸の回転を滑らかにするため、軸の両端には深溝玉軸受を組み込んでいる。図 4 と図 5 に組み込まれた状態の深溝玉軸受を示す。

**図 3 駆動部****図 4 モータ側の軸受****図 5 アーム回転軸の軸受**

3 噴霧機構

装置下部のエアコンプレッサやポンプを供給源とし、エアー、洗浄水、除菌アルコールがホースを通じて各ベースのノズルから噴射される。図 6 に噴霧ノズルを示す。洗浄水や除菌アルコールを常に出し続けると無駄になってしまうため、メカバルブを取り付けた。アームの回転に連動するドグがメカバルブを押し、押下中のみ噴射する機構とした。図 7 にメカバルブがドグを押している状態を示す。使用済みの洗浄水や除菌アルコールは、受け板に空いている穴を通り、装置の下部へ排水する構

造とした。防水対策として、部品と部品の接触部に防水用パテを使用し、隙間から洗浄水や除菌アルコールが漏れない構造とした。



図 6 噴霧ノズル

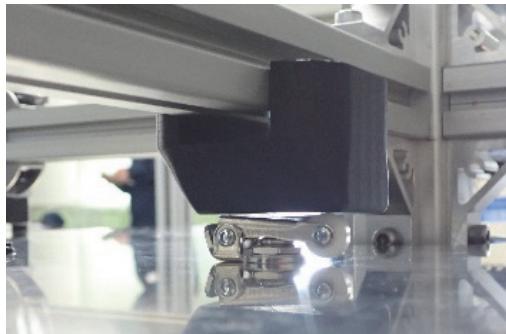


図 7 メカバルブとドグ

4 かご部回転機構

噴射する乾燥用エアーや洗浄水、除菌アルコールが除菌対象物に満遍なくかかるように、噴射している間はかごが回転する構造にした。かごの上部にある軸部分に取り付けた伸縮性のあるゴムが、案内面に沿って動くことで回転する構造になっている。図 8 にその構造を示す。案内面とゴムの当たり具合で、メイン軸（図 2 の E 軸）の回転が停止してしまうこともあるため、当たり具合の調整は非常に重要である。



図 8 かご回転部

IV 指導項目とその詳細

1 訓練カリキュラム

表 2 に総合制作実習の訓練カリキュラムを示す。総合制作実習の目標は、総合的な要素を含む課題を計画し、設計から製作までの一連のプロセスを通して、ものづくりの総合的な技術を習得することである。

表 2 カリキュラム

細目	細目の内容
1. 企画・構想	文献調査 構想設計 仕様の検討、確認 概略図の作成、検討
2. 設計	計画図の作成 計画図に基づく検討 仕様計算 全体設計 ① 機械関係設計 ② 電気関係設計 ③ ソフトウェア関係設計 部品設計
3. 工程・資材管理	部品選定・発注 材料選定・発注
4. 加工	加工方法の検討 機械操作の確認 加工工程の検討 部品の加工
5. 組立・調整	部品検査 組立・調整作業 ① 機械関係組立 ② 電気関係組立 機能検査
6. 評価	報告書作成 資料まとめ プレゼンテーション

2 企画・構想・設計

企画・構想にあたり、初めに取り組んだことは何を対象とし除菌するのか、どのような場面で使用することを想定し製作するのかを話し合った。その後、学生個々からどのような機構の装置にするかアイディアを出してもらい検討した。図 9 に企画・構想時の打ち合わせの様子と、図 10 に構造を検討した際のポンチ絵を示す。

設計にあたっては、主に 3 次元 CAD を使用し形状の作成と強度の確認を行った。強度計算については、先に部品の形状を決定してから 3 次元 CAD の構造解析ツールを使い強度的に問題ないかを確認した。2 次元図面の作成にも 3 次元モデルを流用し作成した。作成した図面は加工の際に使用した。

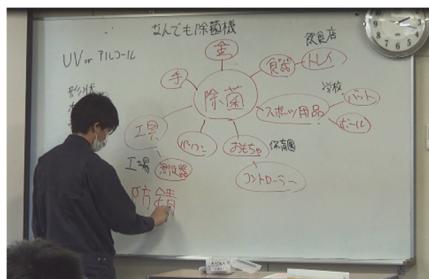


図 9 企画構想の様子

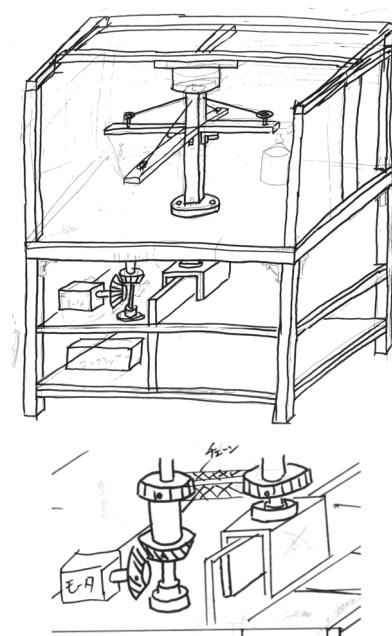


図 10 装置のポンチ絵

3 工程・資材管理

工程管理については、表を作成し進捗状況が見える化できるように貼り出し、実習前のミーティングで進捗状況を都度確認した。必要な部品や材料については、在庫で使用できるものがないかをまずは整理し、その後購入しなければないものを必要最低限として発注を行った。部品の選定には軸受にかかる荷重や歯車にかかる荷重等も考慮して大きさの選定を行った。

4 加工

表 3 に使用した主な加工機械を示す。軸部品の加工には旋盤を用い、キー溝の加工にはフライス盤を使用した。 $\phi 13\text{mm}$ 未満の穴あけには卓上ボール盤を使用し、 $\phi 13\text{mm}$ 以上の穴や円盤状の板を加工するのに直立ボール盤やレーザー加工機を使用した。曲げが必要な部品は、プレスブレーキを使いステーなどの部品を加工した。シャーリングはアルミ板の材料から必要な部品を切り出すために使用した。図 11 に加工作業の様子を示す。

図 11 は、アルミ板に取付け用の穴をあけるため、ケガキ作業を行っているところである。

今回の装置の製作において、特に難易度のあった加工は、駆動部の歯車の伝動軸として使われている小径長物軸 ($\phi 14 \times 185\text{mm}$) の旋盤加工である。外径切削時にびびりが発生し、表面にびびりマークが現れた。使用するバイトのノーズ半径や、主軸回転数、送りの条件を見直すことにより、この問題は解決できた。

表 3 加工機械一覧

機器名	型式
旋盤	LE-19K
フライス盤	2MF-V
卓上ボール盤	ESD-350S
直立ボール盤	YD2-54
レーザー加工機	Mazak SUPER TURBO-X44
プレスブレーキ	RGM23512
シャーリング	DCT-2045



図 11 穴あけの為のケガキ作業の様子

5 組立・調整

発注部品が納品され、各部品の加工を終えた後、装置の組み立てを行った。装置を組み立てる場合、組み立てる手順が重要であり、手順を誤り何度も組み直しをした。この経験により、組立作業における手順遵守の重要性が理解されたと考えられる。図 12 と図 13 は組立作業の様子である。図 12 は装置の枠であるアルミフレームを組み付けている様子で、図 13 はうまく組み立てることができなかった箇所を再度穴あけ加工を行っている様子である。



図 12 組立作業の様子(フレームの組立)



図 13 組立作業の様子(穴の調整)

6 評価・改善

組み立てが終了し、実際に装置を動かしてみたところ、ノズルから出た除菌アルコールが消毒対象物にかかったのは2割程度であった。原因是、噴射時間が短かったこととノズルから出るアルコールの勢いが弱かったことである。これを解決するため、ノズルからの噴射を取りやめ、市販のブッシュ式消毒液を、エアシリンダを用いて押し出す機構に変更した。これにより消毒対象物への塗布率は7~8割程度に改善できた。また、装置の諸所から洗浄水が漏れてしまった。

塗布率99.9%を目指し装置の開発を行ったが、結果として目標仕様を達成できなかった。達成できなかった理由として、学生の経験不足による設計上の見積もりの甘さや、実験による検証を行う時間を多く取れなかったことがある。防水面においても同様のことがいえる。仕様を満たすことができなかつた点は反省点であり、今後の課題である。

V 教育訓練効果

1 習得度チェック

訓練カリキュラムの細目について習得できたかどうかを0~5段階で指導員による評価と、学生自身による自己評価を行った。表4に0~5段階の確認基準を示す。また、表5に集計結果を示す。表は学生5名の平均値を取りまとめたものとなっている。加工方法の検討や部品の加工など、加工に関する項目の受講後の

結果が高い。これは、IV章でも述べた切削加工中に生じたびびり対策の成功事例が、結果が高くなったことの要因の1つであると考える。その他、様々な機械を扱ったことからも学生の加工のスキルが高まり習得度が高くなっている。

2 学生の感想

製作終了時に学生の感想を聞いたところ、勉強になった、組み立ての経験ができてよかったですなどのほか、難しかった、思っていた通りにいかなかつたなどの感想があった。

表4 習得度チェック数字の確認基準

数字	確認基準
0	全く知らない、又は、できない
1	聞いたことがある、又は、見たことがある
2	他の人に聞いたり、アドバイスや指導を受ければできる
3	テキストや資料(配付資料、参考書等)を調べれば独力ができる
4	だいたいできる
5	できる

表5 習得度チェック結果(学生5名分の平均値)

細目の内容	受講前	受講後	指導員評価
文献調査	0.8	4.6	3.8
構想設計	1.4	4.2	3.8
仕様の検討、確認	1.4	4.2	4.0
概略図の作成、検討	1.4	4.2	3.6
計画図の作成	1.4	4.2	4.0
計画図に基づく検討	1.4	4.2	4.0
仕様計算	1.4	4.0	3.8
全体設計	1.4	4.0	4.0
部品設計	1.4	4.0	4.4
部品選定・発注	1.4	4.4	4.6
材料選定・発注	1.4	4.4	4.6
加工方法の検討	3.2	5.0	4.6
機械操作の確認	3.2	5.0	5.0
加工工程の検討	3.2	5.0	5.0
部品の加工	3.2	5.0	5.0
部品検査	3.2	5.0	5.0
組立・調整作業	3.2	5.0	5.0
機能検査	3.2	5.0	4.4
報告書作成	2.8	5.0	4.6
資料まとめ	3.0	5.0	4.6
プレゼンテーション	3.2	4.8	4.2

VI おわりに

学生は、これまで取り組んできた訓練の成果を活用して総合制作実習に取り組んだ。指導者としても、いかに学生にものづくりの一連の流れを習得させるかを考え実施した。指導するにあたっては、どこまでを学生に任せるか、アドバイスをするか否か、失敗から学ぶことのほうが大きいのではないかなど、悩みながら進めた。最終的には、表5の習得度チェック結果から見ても教育訓練効果は得られたと考えられる。しかし、今回製作した自動除菌装置は、装置としての完成度は高いとは言えない。習得度も満足しつつ、製作品の完成度も高められるような教育訓練効果を今後は求めていきたい。

[参考文献]

- (1) 職業能力開発総合大学校基盤整備センター：
[\(https://www.tetras.uitec.jeed.go.jp/\)](https://www.tetras.uitec.jeed.go.jp/)。