

総合制作実習「自動除菌装置の開発」の 取り組み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

1. はじめに

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。当校カリキュラムには、総合制作実習というカリキュラムが設けられており、ゼロからものを設計製作することで、就職した先でのその一連の流れ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。

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。

2. 除菌装置の仕様

装置の仕様について表1に示す。また、装置の外観を図1に示す。当初は除菌のみを行う装置の予定

であったが、汚れがあるままでは除菌の効果が薄いことが考えられ、除菌を行うまでに洗浄、乾燥を行う機能も装置に加えることにした。

企画・構想段階においては、電気制御仕様を考えていたが、設計が複雑化することと、防水対策も必要なことから、メインの駆動系、洗浄水と除菌アルコール、乾燥用エアーの供給以外はメカニカルの構造とした。装置の材料は、主にアルミニウムやポリ塩化ビニルを用いて装置の軽量化を図った。

表1 装置の仕様

装置の大きさ	W800×D800×H1000
装置の重量	重量 約30kg
除菌対象物	玩具 W120×D120×H100 重量 約500g 迄
除菌率（塗布率）	99.9%
消毒液	除菌アルコール



図1 装置の外観

3. 装置の仕組み

3.1 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3つのブース（図2のA～C部）に仕切り、除菌対象物が入ったかごが軸（図2のD部）を中心に半時計回りに回転する。そのかごが作業ブースAに移動すると水による洗浄作業を行う。次に作業ブースBに移動するとエアによる乾燥作業を行い、最後に作業ブースCで除菌アルコールを噴射し除菌作業を行う。

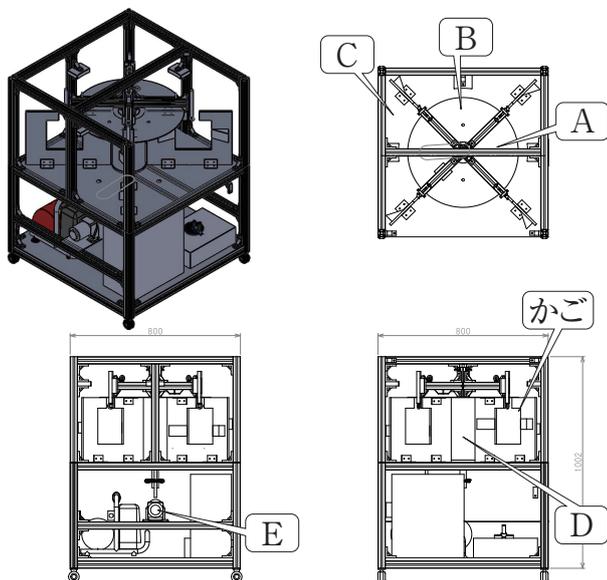


図2 装置の三面図とブース等の位置

3.2 駆動機構

軸Dの回転はE部に設置されているモーターや歯車、チェーン、スプロケットを用いて行う。モーター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、かさ歯車を用いることとした。かさ歯車からの回転を軸D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。モーター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ようになっている。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。

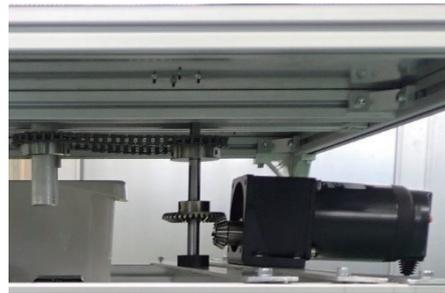


図3 駆動部



図4 モーター側の軸受

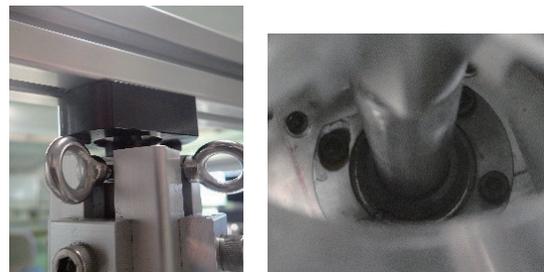


図5 アーム回転軸の軸受

3.3 噴霧機構

手前の取出口を除く各ブースにはノズルが取り付けられており、装置の下部にあるエアコンプレッサーやポンプからホースを通じてエアや洗浄水、除菌アルコールが噴射できるようになっている。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ることにした。アームにドグを取り付け、アームが回転することでドグがメカバルブを押し、押ししている間だけ噴射する機構になっている。図7にメカバルブがドグを押ししている状態を示す。使用済みのアルコールや洗浄水は、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なっている。防水対策として、部品と部品の接触部にパテを使用し、隙間からアルコールや洗浄水が漏れない構造とした。



図6 噴霧ノズル

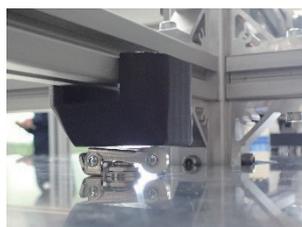


図7 メカバルブとドグ

3.4 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、噴射している間に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。その構造を図8に示す。

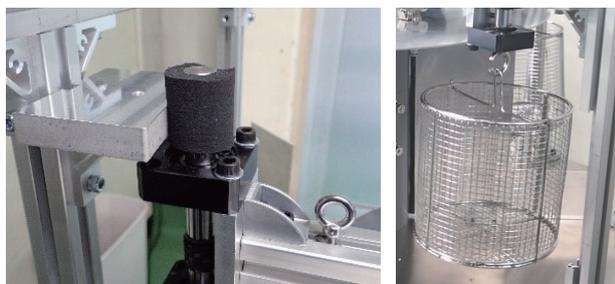


図8 かご回転部

4. 指導項目とその詳細

4.1 訓練カリキュラム

総合制作実習の訓練カリキュラムについて、表2に示す。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。

4.2 企画・構想

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に最終的な形状として決定したポンチ絵を示す。

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

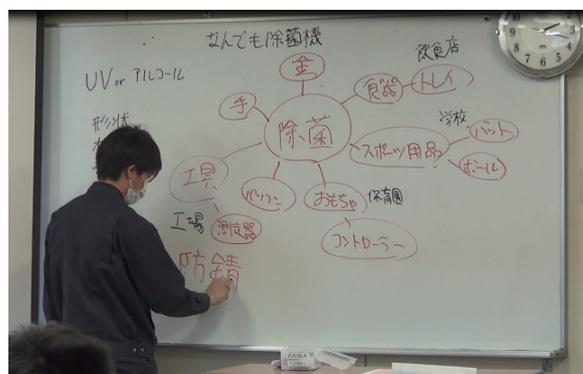


図9 企画構想の様子

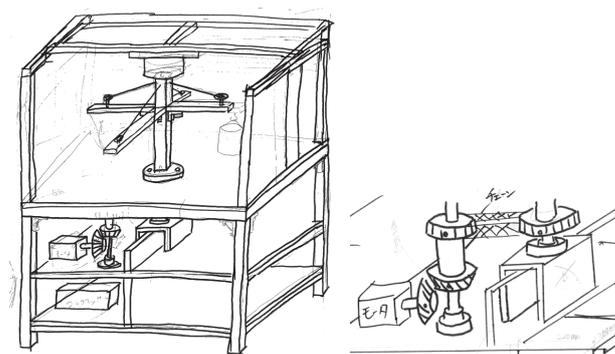


図10 装置のポンチ絵

4.3 設計

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。

4.4 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ら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。

4.5 加工

図11に加工時の様子を示す。今回の総合制作実習で使用した主な加工機械は表3の通りである。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(φ14×185mm)の旋盤加工である。加工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。



図11 穴あけの為のケガキ作業の様子

表3 加工機械一覧

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

4.6 組立・調整

発注部品が納品され、各部品の加工を終えた後、装置の組立を行った。装置を組み立てる場合、組立手順が重要であり、手順を誤り何度も組み直しをした。この経験により、如何に手順を守って組立を行わなければならないかの重要性が理解できたものと思われる。図12は組立作業の様子である。



図12 組立作業の様子

4.7 評価・改善

組立が終了し、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。噴射時間とノズルから出るアルコールの勢いが弱いことが原因であった。これを解決するため、ノズルからの噴射を取りやめ、市販のプッシュ式消毒液を、エアシリンダー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。今回の総合制作実習において、防水面や塗布率の面で仕様を満たすことができなかった点は反省点であり、今後の課題である。

5. 教育訓練効果

5.1 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段階で評価した。表4に0～5段階の確認基準を示す。また、確認した結果を表5に示す。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。

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, または, できない
1	聞いたことがある, または, 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
文献調査	0.8	4.6
構想設計	1.4	4.2
仕様の検討, 確認	1.4	4.2
概略図の作成, 検討	1.4	4.2
計画図の作成	1.4	4.2
計画図に基づく検討	1.4	4.2
仕様計算	1.4	4.0
全体設計	1.4	4.0
部品設計	1.4	4.0
部品選定・発注	1.4	4.4
材料選定・発注	1.4	4.4
加工方法の検討	3.2	5.0
機械操作の確認	3.2	5.0
加工工程の検討	3.2	5.0
部品の加工	3.2	5.0
部品検査	3.2	5.0
組立・調整作業	3.2	5.0
機能検査	3.2	5.0
報告書作成	2.8	5.0
資料まとめ	3.0	5.0
プレゼンテーション	3.2	4.8

5.2 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、組立の経験ができてよかったなどのほか、難しかった、思っていた通りに行かなかったなどの感想があった。

6. あとがき

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完璧とは言えない。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。