

廃炉創造ロボコンに関するロボット開発について

Development of Robots Related to Creative Robot Contest for Decommissioning

古賀 豊¹⁾

気仙 龍ノ介¹⁾ 中野 大輔¹⁾ 善村 拓真¹⁾

指導教員 富田 雅史¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 電子制御システム研究室

キーワード：廃炉創造ロボコン, ロボット, 設計・製造, 廃炉

1. はじめに

廃炉創造ロボコンとは、日本原子力研究開発機構及び廃止措置人材育成高専等連携協会が主催する大会である。この大会は、ロボット製作を通じて学生に、廃炉に関する興味を持たせることと同時に学生の創造性・課題解決能力・課題発見能力を養うことを目的としている^[1]。筆者は、今年の3月に報道された除染のニュースや除染による常磐線の全線復旧を知り廃炉に興味を持ち、NHK ロボコンで身に着けた技術を生かすため参加を希望した。

本研究では、大会に出場するロボットの研究を行っている。その中で筆者は、ロボットの設計・開発・製作について報告する。

2. 競技課題とロボットの制約条件

今年度の競技課題は、福島第一原発原子炉建屋内における、高線量エリアの遠隔高所除染を想定した競技である。図1は競技フィールドの図であり、図2は除染壁の寸法である。ロボコンは、スタート位置から指示された経路を移動し、高さ2700mm、幅1091mmの除染壁の上部を除染する。実際の除染では表面を削るなどして除染するが、本競技では指定されたペン（コピックワイド オリジナル）で壁に設置されている模造紙を塗り潰し、その作業精度を評価される^[1]。

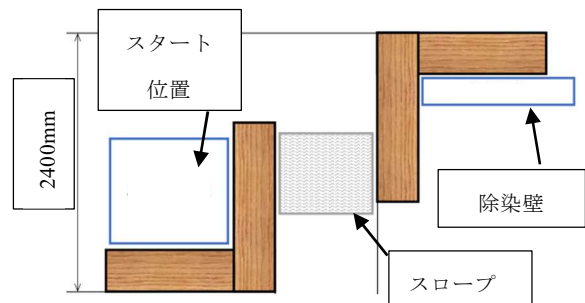


図1 競技フィールド

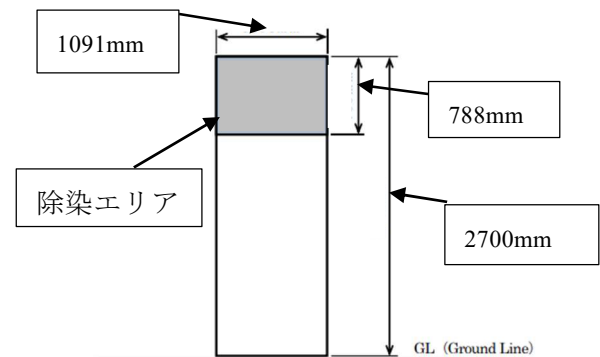


図2 除染壁の寸法

ロボットの主な制約条件として、幅が2000mmの通路を走行できること、移動経路に接地されているスロープ（15度の傾斜）を通過すること、走行時の高さが1700mm以下であることの3点である。なお、本競技では、ロボットの重量制限は設けていない。

3. ロボットの設計

3.1 機械部設計の概要

「組み立ての簡易性や高いメンテナンス性」と

いうコンセプトを設定し、設計作業を行った。機体の部材には、ミスミのアルミフレーム 5 シリーズ 20mm×20mm を用いた。このフレームは、ブラケットがあれば組み立てができるため、移動機構と昇降機構そして除染機構の取り付け、交換が容易になることから採用した。移動の方法として、直径が 152mm のメカナムホイールを採用し、モータには、高トルクモータ RS-775GM104 を採用した。機体は、前後で重量が異なるため、バランスをとるためにカウンターウェイトを設ける。

3.2 詳細設計

機体設計は、Autodesk Inventor 2020 で行った。図 3 は、ロボットの CAD 図である。機体は、移動機構と昇降機構そして除染機構に分けて設計を行った。なお、移動時の機体の大きさはルールにしたがい、1250mm×1250mm×1650mm とした。

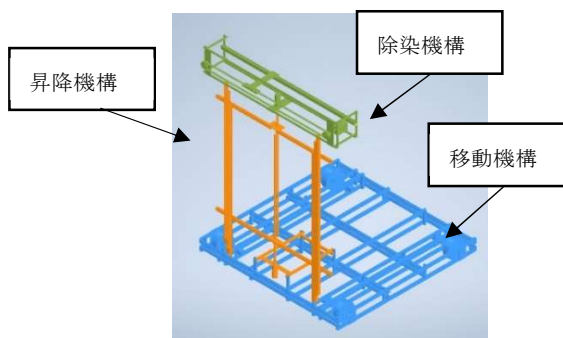


図 3 ロボットの CAD 図

移動機構は、軸の荷重を分散させるため、モータに直接メカナムホイールを装着せず、メカナムホイールにシャフトを通しオルダム形カップリングで、モータと接続した構造とした。

昇降機構は、長さ 1000mm のボールねじを 2 本使い、2 段階昇降することで除染壁の高さ 2700mm に届くように設計した。ロボットのサイズは、高さ約 1650mm から約 3300mm まで展開が可能とした。

除染機構では、ロングタイミングベルト及びスライドレールを並行に設置し、板で連結してペンを左右に移動する機構とした。この機構は、ペンとその保持部機構の重量をスライドレールが持つので、ロングタイミングベルトがねじれることなく、正確にペンの水平移動が可能である。プーリーの

中心間距離を 1100mm としたので、ペンの可動域は使用を十分に満たす。また、ベルト機構は昇降機構によって上下するため、軽量化と剛性の両面から検討を行い、フレームに 10mm×10mm のアルミ角パイプを使用した。

4. ロボットの製作状況と今後

現在、ロボットの製作状況は移動機構が完成した。また、昇降機構と除染機構は、CN 加工を残し作製が完了している。図 4 は、製作中のロボットの写真である。

今後、12 月 10 日の大会に向け、カウンターウェイト製作、ペンの保持機構の開発設計を進め、最終的に機体の全体の動作テストを行いつつ、必要に応じて補強とそれにとりま設計の修正を経て、コンテストにおけるミッション成功に向けた調整を行う。



図 4 製作中のロボット

5. まとめ

本研究では、廃炉創造ロボコンに出場するロボットの開発を目的として設計・製造を行った。アルミフレームを用いた事で組み立て時の調整を要することがないことからロボット開発時の効率を向上できる可能性があることを確認できた。

6. 参考文献

- [1]廃止措置人材育成高専等連携協会“第 6 回廃炉創造ロボコン実施要項”(2021)
- [2]ミスミ“No.000841【部品組み合わせテンプレート】ベルト駆動による搬送機構”<https://jp.misumi-ec.com/ec/incadlibrary/detail/000841.html>(2021/10/16)
- [3]宇津木 諭、住野 和男、林 俊一“絵ときでわかる機構学”オーム社(2018)