

廃炉創造ロボコンのロボットの開発

Development of decommissioning robot for robot decommissioning robot

大場智哉¹⁾, 菊池圭祐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, ロボコン, ロボット制御, 遠隔操作

1. はじめに

ロボットが身近な存在になりつつある。同時に、高性能でありながら低価格の部品も入手可能になっており、どのようなロボットを開発するかが今後の課題とも言える。将来の技術者育成を目的とし、多くのロボットコンテストが開催されていることからもこのことがうかがえる。本研究は、このような、コンテストの一つである、「廃炉創造ロボコン」参加に向け、ロボットの開発を行ってきた。このコンテストは、今現在進められている福島第一原発の廃炉作業で使用するロボットをイメージしたテーマである。廃炉作業は人が立ち入って作業するにはとても危険な環境であるため、遠隔操作または自動で動く必要があり、制約条件が厳しいが、ロボット開発技術向上には意義のあるコンテストである。

本論文では、第4回廃炉創造ロボコン参加に向けて開発したロボットについて報告する。

2. 競技内容

開催される廃炉創造ロボコンは、福島第一原子力発電所のペデスタル下部に存在する燃料デブリ取出しを模した課題としている。競技フィールドは、図1に示すように、ペデスタルのモックアップを使用する。これは、昨年度開催された第3回廃炉ロボコンで実際に開催された会場であり、本年度も同じものが使用される。ペデスタルの内部は図2のようになっている。ロボットは12.5%を持った長さ4000mmの塩ビパイプの中を通り、プラットホームから3.2m下にランダムで置いてあるデブリを模したもの(テニスボール, ゴルフボール)を3個ずつと重量及び形状不明のデブリの模擬体を複数個回収しペデスタルの外部に移動させることが競技課題となっている。^[1]



図1 競技フィールドの外観(第3回大会)

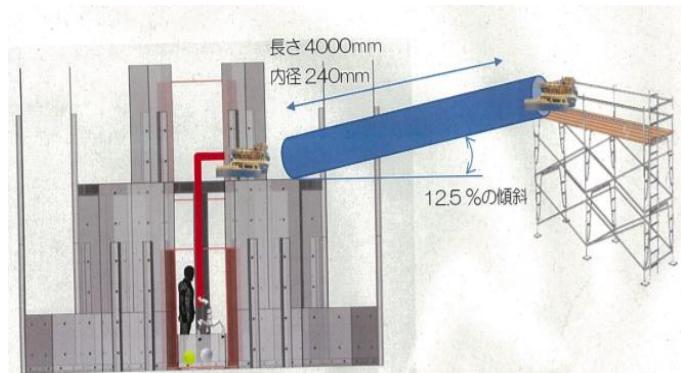


図2 競技フィールド

3. ロボットの仕様

図3に開発を行うロボットの概念図を示す。開発するロボットは親機と子機の2機構成とした。親機はプラットホームまで子機を固定した状態で移動し、プラットホームに到着後、子機をクレーンでペデスタルの下部に降ろす。続いて、子機を使って、デブリを回収した後、親機のクレーンで引き上げてスタート地点に戻るシステムとした。

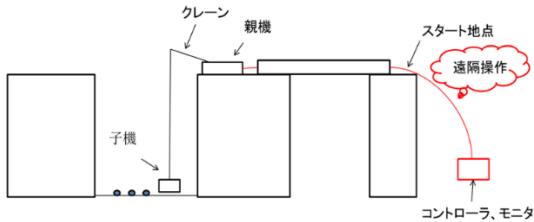


図 3 製作するロボットの概念図

本大会では、無線が使用できないため、親機・子機はスタート地点から有線で接続したコントローラを用いて操作する。また、操縦者から現場の状況を目視できないため、親機・子機に付けられたカメラを通じてモニタを見ながら操作を行う。親機はスタートからプラットホームをつなぐパイプの段差を乗り越え、確実に移動させるため、クローラーを使用する。また、子機を吊り下げている際に重みで車体が前に倒れてしまわないよう全長を長めに設計し、後部に重心を設定した。

3.1 親機の仕様

親機の外観を図 4 に示す。全長は 650mm で重量は 10kg 以内となる設計である。クローラーはパイプで生じる約 40.7mm の段差を乗り越えるため、進行方向に対して振り子のように可動な形状とした。そのため、クローラーはサブフレームを介してボディに固定することとした。親機はクレーンを固定し、子機の重量に耐える必要があるため鉄を使用している。クレーンに使用するモータはドリルドライバーに使用されているギヤドモータを流用する。このモータのトルクは最大 $28\text{N}\cdot\text{m}$ 、最大回転数は 1300min^{-1} である。これにより、子機の降ろしと引き上げるのにそれぞれ目標 1 分 30 秒以内を目指す。ボディの前後に各々カメラを設置して、周囲の状況を操縦者に伝達する構成である。

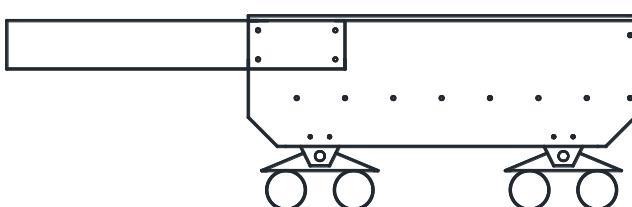


図 4 親機の外観図

3.2 子機の仕様

子機の外観を図 5 に示す。親機への負担を下げるため、子機の重量はできる限り軽くする必要がある。デブリを収納するため、子機の全長は 400mm とし、ボディ材に薄いアルミ板とステンレス鋼を組み合わせることで重量は 5kg 以内とした。子機はデブリを回収する箱とギアボックスを取り付ける 2 つのパーツで構成されている。ペデスタル下部を自由に動き回るために、移動には動きやすさを重視して、前方は自在キャスター、後方にはタイヤを使用した構成でスピントーンを可能とした。また、前後にカメラをつけることでデブリの位置やペデスタル下部内の距離感覚も把握可能とした。デブリの回収は前方に取り付けたブラシを回転させて、行う。なお、このブラシはデブリの大きさに合わせて上下動可能なアーム前方に取り付け、確実に回収する機構とした。また、デブリ回収後、ブラシはアームを固定して回収したデブリをこぼさない蓋のように機能する。

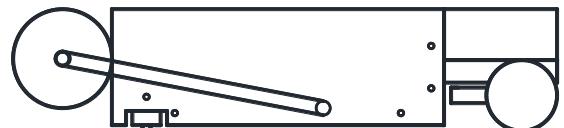


図 5 子機の外観図

4. 開発状況と改良点

現時点、親機・子機ともにボディの詳細設計が完了し、製作を進めている。本システムは操作信号を有線にて伝送するため、配線の取り回しが勝敗を分けると考えられる。今後、大会に向けた練習を重ねながら、この点についての改良を続けていく。

5. 参考文献

- [1]廃止措置人材育成高専等連携協議会, 第 4 回廃炉創造ロボコン実施要項, 2019 年