

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	原発内点検を行う伸展ブーム搭載型クラン車輪ロボットの開発 — 屈曲型クラン脚と高剛性ブームの検討 —
Title	Development of CrankWheel robot equipped with Expansion Boom - Examination of the bending crank-leg and high rigidity boom-
著者	堀米篤史, 広瀬茂男
Author	Atsushi Horigome, Shigeo Hirose
掲載誌/書名	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013, , , 1A1-R09
Journal/Book name	Proceedings of the 2013 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, , , 1A1-R09
発行日 / Issue date	2013, 5
URL	http://www.jsme.or.jp/publish/transact/index.html
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は日本機械学会に帰属します。
Note	このファイルは著者（最終）版です。 This file is author (final) version.

原発内点検を行う伸展ブーム搭載型クランク車輪ロボットの開発 —屈曲型クランク脚と高剛性ブームの検討—

Development of CrankWheel robot equipped with Expansion Boom -Examination of the bending crank-leg and high rigidity boom-

○ 堀米 篤史（東工大） 正 広瀬 茂男（東工大）

Atsushi HORIGOME, TITECH, horigome.a.aa@m.titech.ac.jp
Shigeo HIROSE, TITECH

For the decommissioning work for Fukushima Daiichi nuclear power plant, there is the need for robots which can inspect a high place in plant. In this study, we suggest crank-wheel robot equipped with expansion boom. Crank-wheel has toughness and high mobility in a location of stairs and obstacles but it is too long to rotate in narrow space because of its long crank-leg. In order to solve that, we developed the “bending crank-leg” which can become shorter than the conventional one by bending. In inspection system, we made high rigidity boom consists of CFRP pipe. It can be expanded to 3m by air pressure and adjusted length by an internal wire. The reel mechanism we developed has auto winding system by which the boom can be stored in an emergency.

Key Words: robot arm, Rough Terrain Locomotion, expansion

1. 序論

本研究では福島第一原発の廃炉作業に向けた原発内調査の中でも、これまで投入されたロボットでは不可能なトラス室内上部などの高所調査を行う遠隔操作移動ロボットの開発を目的とする。図 1 に調査内容の概略図を示す。調査ロボットは原発内にある階段などの障害物を踏破しつつトラス室にアクセスし、キャットウォーク上からカメラを垂直に伸ばすことで高所の配管・配線などを調査する。

このようなロボットの移動機構には次の性能が求められる。

- 高い踏破性
 - 階段の昇降や瓦礫上の走行が可能
- 狭所における旋回性
 - 幅の狭い通路での旋回可能
- 防塵・防水性
 - 砂埃にかかわらず走行が可能
 - 水洗いによる除染が可能

また、高所検査機構には次の性能が求められる。

- 伸縮・収納性
 - 3m まで自由に伸展でき、移動時には収納が可能
- 非常時収納性
 - 電力断絶などの非常時に自動で収納可能

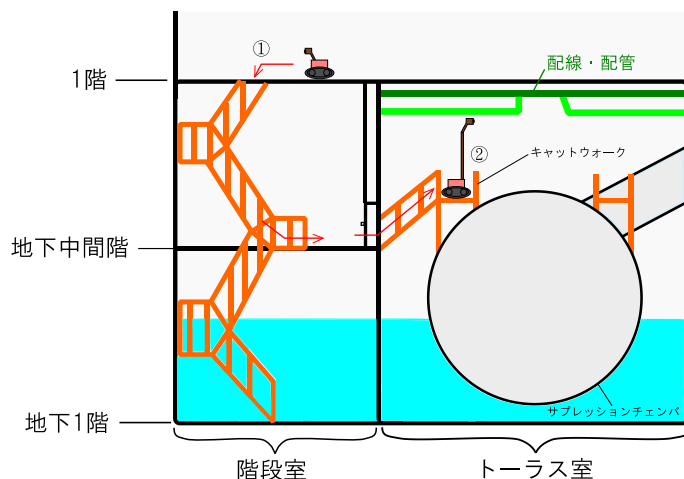


Fig. 1 Robot which inspects high place

2. 伸展ブーム搭載型クランク車輪ロボットの提案

本研究では要求仕様を満たすロボットとして図 2 に示す伸展ブーム搭載型クランク車輪ロボットを提案する。移動機構にはシンプルで高い踏破性と防塵防水性を有するクランク車輪[1]を用い、高所検査機構には多段の CFRP パイプを用いた空圧により伸展するブームを用いる。

クランク車輪は前後の車輪をリンクでつなぎクランクを構成した移動ロボットで、クランク脚と呼ぶリンクの前後上下運動により不整地において高い踏破性を示し、平地は車輪により走行する移動機構である。従来のクランク車輪型移動機構はクランク脚が長いために旋回に大きな領域を必要とする。よって、本目的の要求に沿うために狭所旋回が可能な屈曲型クランク脚の開発を行う。

一方、高所調査機構には空圧で伸展し、電動リールによるワイヤ牽引で長さ制御を行う伸展ブームを用いる。先端のカメラによる安定した撮影のためのガイド機構と、非常時の自動収納のための自動巻き取り機構を有する小型リール機構を新たに開発する。

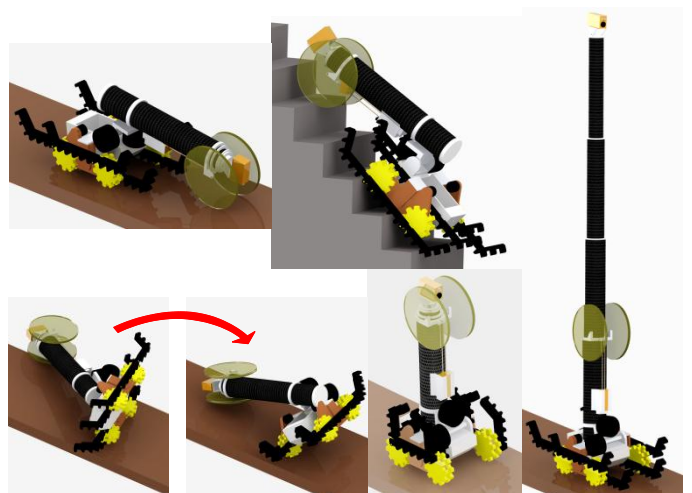


Fig. 2 Crank Wheel robot equipped with expansion boom

3. 屈曲型クランク脚の製作と動作実験

クランク脚の屈曲はリンクをモータで駆動して行う。図 3 にリンクの動きを示す。クランク脚伸展時は図 3 左の状態であり、軸 Q にはこれより上へリンクが動かないような構造的ロックが備わっている。このロック機能と死点を利用することで、クランク脚屈曲部に上向きの力が加わってもアクチュエータに過度の負担をかけることなく脚を固定することができる。屈曲は軸 P を水平に動かすことで行う。完全屈曲時は図 3 右のような状態になり、軸 P を逆に動かすことで伸展が可能である。

開発した屈曲型クランク脚 1 脚モデルを従来のクランク車輪ロボットに取り付けた屈曲実験の様子を図 4 に示す。クランク脚を屈曲することで全長を通常の車輪型と同程度にすることが可能となった。屈曲に要する時間はおよそ 10 秒であった。アクチュエータは 2.5 W の小型のモータで十分であり、前後に 1 つずつ取り付けることで前後任意に屈曲が可能である。

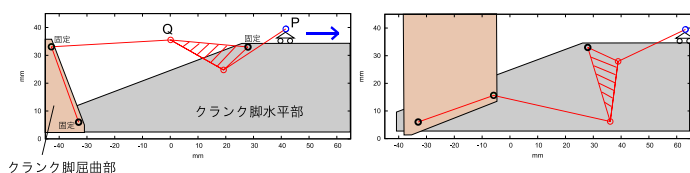


Fig. 3 Crank bending sketch



Fig. 4 Crank Wheel with bending crank-leg

4. 伸展ブームの製作と動作実験

図 5 に開発した伸展ブームを示す。パイプ側面にガイドを取り付けることで、ねじれなく伸展することが可能である。また、このガイドでパイプを支えることで完全収納時には大きな剛性を得ることができる。

ブームを最大である 3m まで伸展させた様子とブーム先端に取り付けたカメラによる映像を図 6 に示す。伸展は空圧により行い、収縮は内部に張ったワイヤを牽引することで行う。先端に 5 kg の重りを乗せた場合でも伸展可能であることを確認した。また、先端に取り付けたカメラは常に一方を向いていることを確認した。

ブーム内部にはワイヤを牽引するために図 7 に示すリール機構が搭載されている。ワイヤの端部はブームの天井に固定されており、内圧を上げることでワイヤを上方向へ牽引することができる。ウォームギアによりワイヤが意図せず送り出されないためにロックをかけることができ、モータでウォームギアを回転させることでワイヤの送り出しと巻き取りを行う。一方、リールの軸にスプリングを取り付けることでモータを回さずとも送り出されたワイヤを自動で巻き取ることができる。これにより、非常時などで電力供給が絶たれた場合にはブームは自重で自然と縮んでゆき、内部のワイヤも自動で巻き取られ元の収納状態に戻ることが可能である。



Fig.5 Expansion Boom



Fig. 6 Boom expands 3m

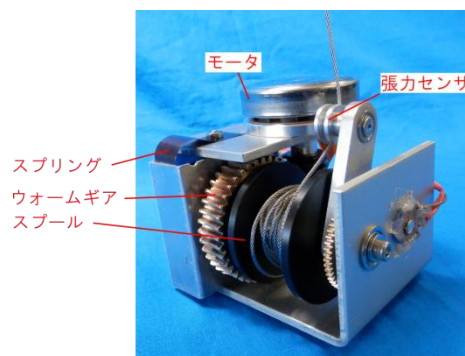


Fig. 7 Reel mechanism inside Expansion Boom

5. 結論

高所検査用移動ロボットを提案し、移動機構では屈曲型クランク脚の開発により狭所旋回性を向上させた。また、調査機構ではガイド機構の開発により高剛性でねじれない伸展が可能であり、自動巻き取り機能を有する小型リール機構により非常時の自動格納が可能な伸展ブームを開発した。

今後は以上の機能を組み合わせた伸展ブーム搭載型クランク車輪ロボットの開発と性能試験が課題となる。

参考文献

- [1] 中野寿美, 広瀬茂男, ” 高い不整地踏破性を有するクランク車輪型移動ロボットの開発”, ロボティクス・メカトロニクス講演会'12 講演論文集, 1P1-G09 (2012)